

Stuttgart 21

Ergänzende betriebliche Untersuchungen

Teil 1: Integraler Taktfahrplan (ITF) und gewähltes Betriebsprogramm für Stuttgart 21

**Verkehrswissenschaftliches Institut
an der Universität Stuttgart**

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. G. Heimerl

Dr.-Ing. H. Dobeschinsky

Dipl.-Ing. S. Reul

1997

Inhalt

1	Der Integrale Taktfahrplan (ITF)	3
1.1	Grundsätzliche Anmerkungen zum Taktfahrplan	3
1.2	Sinn und Zweck des <i>integralen</i> Taktfahrplans	3
1.3	ITF Baden-Württemberg	5
1.4	Sinnfälligkeit des ITF	7
1.4.1	Anwendungen des ITF in Kleinknoten	7
1.4.2	Anwendungen des ITF in Großknoten	13
2	Möglichkeiten des ITF am Stuttgarter Hauptbahnhof	25
2.1	ITF im Stuttgarter Kopfbahnhof	25
2.1.1	Situation im bestehenden Hauptbahnhof	25
2.1.2	ITF ohne durchgebundene Linien	27
2.1.3	ITF mit durchgebundenen Linien	29
2.2	Situation in einem zukünftigen Durchgangsbahnhof	35
2.3	Situation auf den Zulaufstrecken zum Hauptbahnhof	40
3	Vergleich von Art und Umfang des Betriebsprogrammes Stuttgart 21 mit dem ITF	45
4	Zusammenfassung	50

Literaturverzeichnis

- [1] Deutsche Bundesbahn, u.a.,
im Auftrag von Deutsche Bundesbahn, Bundesminister für Verkehr, Deutsches Verkehrsforum, Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz,
Pilotprojekt Integraler Taktfahrplan Südwestraum,
Teilraum südliches Baden-Württemberg,
Bericht,
1992

- [2] Deutsche Bahn AG, u.a.,
im Auftrag von Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg
Integraler Taktfahrplan Südwestraum,
Nördliches Baden-Württemberg,
Bericht,
1994

- [3] Heimerl, Gerhard u. Meinicke, H.-J.,
unter Beteiligung von Schwanhäüßer, W.,
Verbesserung des Leistungsangebotes der S-Bahn Stuttgart,
Untersuchungsstufe 1,
1993

- [4] Heimerl, Gerhard u. Meinicke, H.-J.,
unter Beteiligung von Schwanhäüßer, W.,
Verbesserung des Leistungsangebotes der S-Bahn Stuttgart,
Untersuchungsstufe 2,
1993

- [5] Heimerl, G., u.a.,
in Zusammenarbeit mit Rothengatter, W., und Schwanhäüßer, W.,
Projekt Stuttgart 21, Machbarkeitsstudie,
Verkehrliche und betriebliche Untersuchung, betriebs- und gesamtwirtschaftliche Bewertung,
1994

- [6] Heimerl, G., u.a., Intraplan Consult GmbH,
Projekt Stuttgart 21, Vorprojekt
Ermittlung der Nachfrage- und Erlöswirkungen, Betriebs- und gesamtwirtschaftliche Bewertung
1995

- [7] Arbeitsgemeinschaft Heimerl, G., u.a., Intraplan Consult GmbH,
Stuttgart 21, Erarbeitung eines Mengengerüsts Personenfern- und -nahverkehr für vertiefende Variantenuntersuchungen,
1997

1 Der Integrale Taktfahrplan (ITF)

1.1 Grundsätzliche Anmerkungen zum Taktfahrplan

In den Verdichtungsbereichen der Großstädte waren bereits in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts auf den "Vorortbahnen" und besonders den S-Bahn-Systemen die Grundzüge eines Taktfahrplans gegeben. Im Nah- und Regionalverkehr außerhalb der Ballungsräume sowie generell im Fernverkehr war dagegen das „bedarfsorientierte Angebot“ der Regelfall. Im hochwertigen Schienenpersonenfernverkehr wurde zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Bahn gegenüber den konkurrierenden Verkehrsträgern in Deutschland in den 70er Jahren das InterCity-System eingeführt. Damit wurden die ersten Schritte hin zu einem Taktfahrplan („jede Stunde, jede Richtung“) vollzogen, der einige Jahre später mit dem InterRegio im 2-Stunden-Takt als Nachfolger des konventionellen D-Zuges ergänzt wurde.

Grundgedanke des starren Taktes ist es, dem Fahrgast ein attraktives, über den Tag kontinuierliches Angebot mit leicht merkbaren Ankunfts- und Abfahrtszeiten der Linien zu bieten - ggf. mit entsprechenden Taktverdichtungen in der HVZ - und damit den „Zugangswiderstand zum System Bahn“ zu reduzieren.

1.2 Sinn und Zweck des *integralen* Taktfahrplans

Ergänzt man beim Taktfahrplan die Forderung nach unmittelbaren, kurzen Anschlüssen in den Knotenbahnhöfen, so entsteht der *integrale* Taktfahrplan.

Der Grundgedanke des Integralen Taktfahrplans (ITF) besteht somit darin, dem Reisenden grundsätzlich in jeder Relation von jedem Bahnhof ausgehend während der gesamten Betriebszeit in bestimmten Zeitintervallen durch ein starres Taktschema Reisemöglichkeiten einschließlich optimaler Umsteigebeziehungen anzubieten.

Im Gegensatz zur herkömmlichen Planung von Zugläufen zwischen mehreren Knoten, bei der vorrangig die Fahrzeiten der Verbindungen zwischen den einzelnen Knoten die Grundlage für das Fahrplangerüst bilden, werden beim ITF die Ankunfts- und Abfahrtszeiten in den Knoten und die damit zusammenhängende Verknüpfung der dort zusammenlaufenden Linien in den Vordergrund der Fahrplankonstruktion gestellt. Beim ITF werden - in einem zu Knoten und Kanten abstrahierten Eisenbahnnetz - Bezugspunkte festgelegt, von denen aus die Konstruktion des Fahrplans erfolgt, bzw. auf deren Fahrplangefüge die umliegenden Knoten ausgerichtet werden. Ausgehend von diesen "Bezugsknoten" werden im Idealu-

stand die Zugläufe so konstruiert, daß in einem während der Betriebszeit durchgehend beibehaltenen Takt eine gute Anschlußsituation in alle Richtungen an allen Knoten gegeben ist. Das Ziel ist es also, neben den Vorteilen eines starren Taktfahrplans auch optimierte Umsteigeverbindungen an den Verknüpfungspunkten zu erreichen (leichte Merkbarkeit der Ankunfts- und Abfahrtszeiten für den Kunden, gute Anschlußverbindungen). Dieser Wunsch besteht – je nach Art und Bedeutung des Knotens und seiner Bedienung durch die verschiedenen Personenverkehrsprodukte – sowohl für die Verknüpfung mehrerer Linien *innerhalb eines* Systemteils (z.B. Regionalverkehr) als auch ggf. mit Linien *anderer* Produkte (Fernverkehr, Zubringer) zu erreichen. Je mehr Züge miteinander zu verknüpfen sind und je mehr Züge unterschiedlicher Zugkategorien auf denselben Zu- und Ablaufstrecken fahren müssen, desto aufwendiger wird die Realisierung dieses Ziels und desto länger werden zwangsläufig auch die Aufenthaltszeiten eines Teils der Züge in den Knoten.

Damit tritt ein Zielkonflikt auf: Die in den Zügen sitzenden Fahrgäste, die an dem betreffenden Knoten *nicht umsteigen* sondern im gleichen Zug *weiterfahren* wollen, sind an kürzestmöglichen Stationshaltezeiten interessiert; dieser Wunsch der Nicht-Umsteiger kollidiert mit den Anschlußwünschen der Umsteiger. Je nach Anteilen dieser Reisendengruppen ist also ein relatives Optimum zu suchen (siehe auch Abschnitt 1.4), wobei es nicht nur um die Minimierung der Umsteigezeiten sondern auch um die Minimierung der Reisezeiten *aller* Fahrgäste geht.

Es ist evident, daß die Abstimmung des Anschlusses umso mehr Bedeutung erhält, je größer die Taktfolge der Züge ist.

Um diese Optimierung des Netzgefüges im ITF zu erreichen, müssen folgende essentielle Randbedingungen berücksichtigt werden:

- Bei der Konstruktion eines ITF muß grundsätzlich eine zeitliche *Symmetrie* der Ankunfts- und Abfahrtszeiten einer Linie bezüglich einer Symmetrieminute (i. d. R. die Minute 00) gegeben sein, da sonst die Umsteigebeziehungen für Richtung und Gegenrichtung nicht mit der selben Umsteigezeit gewährleistet werden können. Das heißt, kommt ein Zug aus der einen Richtung zur Minute 56 an, so muß der Zug der Gegenrichtung zur folgenden Minute 04 abfahren.
- Aufgrund des starren Taktschemas ist die Bedienung in *Zeiten mit geringer Verkehrsnachfrage* (abends, am Wochenende) durch Überkapazitäten gekennzeichnet, da zwar die Behängung der Züge vermindert werden kann, die Zugfahrt aber trotz meist geringer Nachfrage stattfindet. Dadurch entstehen in diesen Zeiten hohe Betriebskosten, die nicht durch entsprechende Erlöse gedeckt werden. Eine Ausdünnung des Zugangebots ist beim ITF gegenüber der herkömmlichen Fahrplanabstimmung kaum möglich, da sonst

die gute Anschlußbindung in den betreffenden Knoten verloren geht und zu unverhältnismäßig langen Wartezeiten führen würde (bei einem Stundentakt wäre die Ausdünnung einer Linie auf einen Zwei-Stunden-Takt nur sinnvoll, wenn auch die anderen korrespondierenden Linien gleichermaßen angepaßt reduziert würden - ansonsten würde dies zu Wartezeiten beim Umsteigen von mehr als einer Stunde führen).

- Die Fahrzeiten zwischen zwei Knoten wird so bemessen, daß die Anschlußsituation in den Knoten optimiert ist. Dies bedeutet, daß die *Kantenfahrzeit* im ITF-Gefüge teilweise länger als die tatsächlich mögliche (notwendige) Fahrzeit ist, da durch die Symmetrie von Ankunft und Abfahrt ein schnelleres Fahren keine Vorteile bringen würde. Dieser "Fahrzeitverlust" muß ggf. für den ITF in Kauf genommen werden, was aber durch den umsteigenden Kunden weniger stark bewertet wird als eine entsprechende Wartezeit am Knoten. Die durchfahrenden Fahrgäste haben aber einen dementsprechenden Zeitverlust *ohne* Vorteile zu erzielen. Daher ist dieser Aspekt jeweils sorgfältig abzuwägen, um durch eine *alleinige* Optimierung der Netzzusammenhänge im ITF nicht das Gesamtsystem zu verlangsamen und damit entgegen der eigentlichen Intention eines attraktiven Verkehrsangebots zu arbeiten.
- Die Fahrpläne unterschiedlicher Produkte müssen aufeinander abgestimmt werden. Entsprechend der Hierarchie Fernverkehr, Regionalverkehr, Nahverkehr müssen die in der Rangfolge niedrigeren Produkte die Anschlußbindung zu den höherwertigeren Produkten aufnehmen, um das Gesamtsystem ITF zu erhalten.

1.3 ITF Baden-Württemberg

1992 wurde von der DB (seinerzeit noch Deutsche Bundesbahn) mit dem "Pilotprojekt Integraler Taktfahrplan Südwestraum, Teilraum südliches Baden-Württemberg"[1] ein erster Ansatz für ein vertaktetes Gesamtsystem der Bedienung im Eisenbahnverkehr für einen Gesamttraum vorgelegt.

Grundtenor des sogenannten ITF-Schemas war die Vorstellung, auch außerhalb der Ballungsräume einen Mindestbedienungsstandard als vertaktetes Angebot zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus sollten mit dem ITF auch die Verkehrsangebote an den Wochenenden verbessert werden.

Der ITF war gedacht als Angebot der Bahn an Bund, Länder, Kreise und Kommunen, das aufzeigen sollte, wie in einer stufenweisen Entwicklung (Vorstufe 1996 - 1998, Zwischenstufe 2005/2010 und Zielstufe) durch

- Verbesserung des Bedienungsangebots
- Investitionen in Fahrzeuge sowie
- Investitionen in die Infrastruktur

in Ausbauschritten ein verbessertes Gesamtangebot erreicht werden kann.

In der Regel bestehen die Netze des öffentlichen Verkehrs – im Lande Baden-Württemberg wie anderswo - aus mehreren Linien über mehrere Knoten hinweg, die, entsprechend dem vorgegebenen Linienweg, die Unterwegshalte bedienen. Von dieser Netzstruktur profitieren Reisende, die ihr Ziel ohne Umsteigevorgang erreichen. Um dieses Angebot noch zu optimieren, werden immer häufiger vertaktete Angebote gefahren, das heißt, für den Fahrgast wird durch leicht merkbare Ankunfts- und Abfahrtszeiten der Linien der Zugangswiderstand reduziert.

Die Reisenden, die ihr Ziel nur durch (evtl. mehrmaliges) Umsteigen erreichen, bewerten diese Umsteigevorgänge als sehr schlecht. Um diesem Zielkonflikt zu entgehen, müssen die beiden genannten Angebotsfaktoren (Vertaktung, Optimierung der Anschlußbindung) im Gesamtnetz kombiniert und auch an den Schnittstellen zu anderen Netzen sowie in diesen anderen Netzen konsequent durchgehalten werden, womit sich das Prinzip des Integralen Taktfahrplans ergibt.

Seine besondere Stärke entwickelt der ITF in polyzentrischen, ländlichen Gebieten, da es dort besonders wichtig ist, bei einem bezüglich der Bedienungshäufigkeit eher beschränkten Angebot des ÖPNV die Anschlußbindungen in den Knoten herzustellen.

Ausgehend von dem bereits sehr früh vorhandenen Taktsystem im Fernverkehr wurde, um dort die Anschlußsituation zu nachrangigen Zügen als Zubringer zu optimieren und eine vollständige Vertaktung zu erreichen, für das oben beschriebene Angebotsspektrum das Konzept des ITF entwickelt, um einerseits Marktanteile zurückzugewinnen und andererseits die Kosten für das Produkt schienengebundener öffentlicher Personenverkehr zu senken.

1.4 Sinnfälligkeit des ITF

1.4.1 Anwendungen des ITF in Kleinknoten

In Abbildung 1-1 ist der Fall zweier sich kreuzender Strecken A - B und C - D dargestellt.

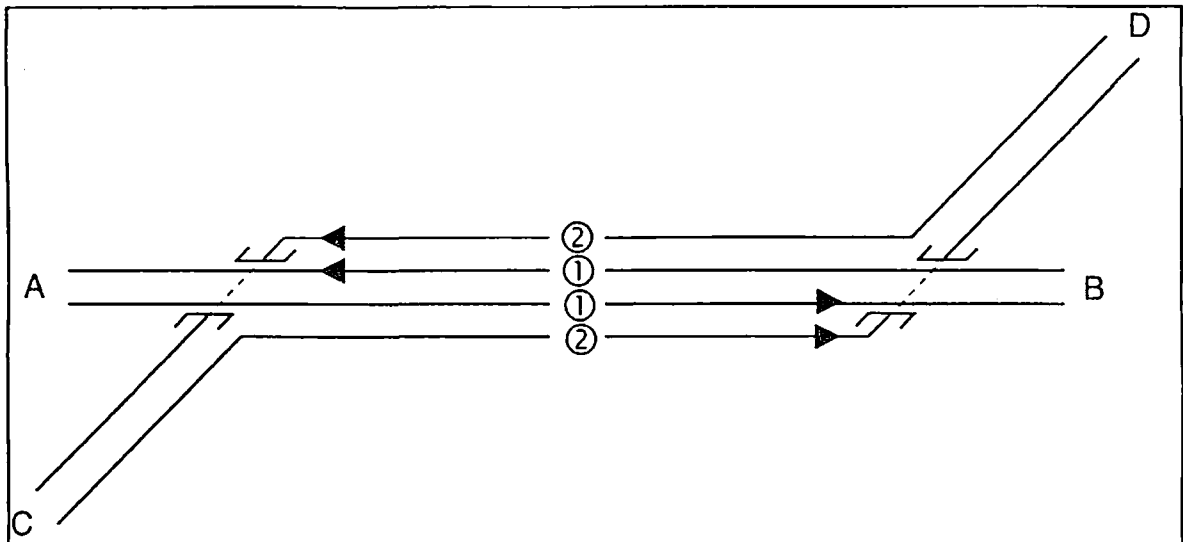


Abbildung 1-1: Kreuzung zweier Linien im Knotenbahnhof

Wird unterstellt, daß auf den einzelnen Linienästen jeweils ein stündliches Angebot in Richtung und Gegenrichtung bestehen soll und die Linien ① von A nach B und ② von C nach D fahren sollen, so ergibt sich für die Fahrgäste derjenigen Relationen, die direkt durch die Linien ① und ② bedient werden, unabhängig von der Umsteigesituation im Knoten, ein relativ gutes Angebot. Diejenigen Reisenden, die in den Relationen A - C, A - D, B - C und B - D unterwegs sind, erreichen diese nur durch Umsteigen zwischen den Linien ① und ②. Die erstrebenswerte Optimalsituation für diese umsteigenden Reisenden wäre dann gegeben, wenn die Ankunfts- und Abfahrtszeiten der Linien ① und ② so aufeinander abgestimmt sind, daß *alle* Anschlußzüge zur gleichen Zeit zum Umsteigen bereitstehen; anderenfalls entstehen für einen Teil der Relationen bei stündlichen Fahrten erhebliche Wartezeiten.

Das Prinzip des ITF führt dabei zu folgender Situation: da die Ankunfts- und Abfahrtszeiten symmetrisch zur Minute 00 sind, fahren die Züge der Linien ① und ② von Richtung und Gegenrichtung kurz vor der vollen Stunde in den Bahnhof ein (Abbildung 1-2).

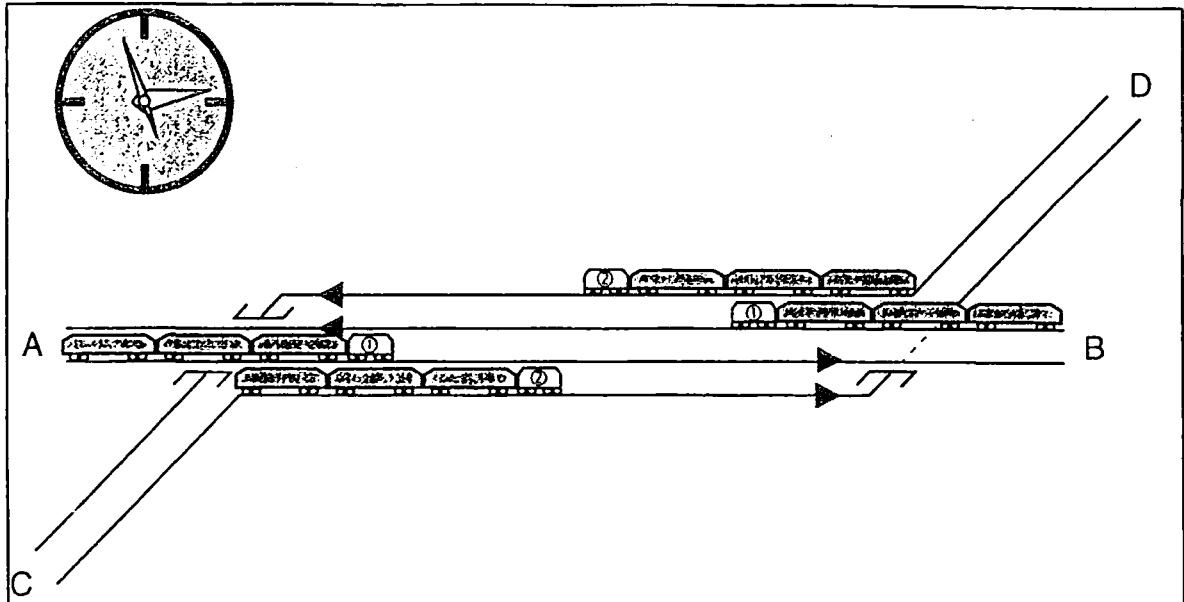


Abbildung 1-2: Einfahren der Linien ① und ② kurz vor der vollen Stunde

Während eines relativ kurzen Zeitraums um die Minute 00 stehen alle Züge aus allen Richtungen zur Weiterfahrt in alle Richtungen bereit (Abbildung 1-3) und es ergibt sich somit für alle nicht direkt bedienten Relationen eine ideale Umsteigesituation und gegenüber den Direktrelationen ein gleich hoher Zeitaufwand für das Umsteigen. Dabei ist je Richtung und Linie eine Bahnsteigkante nötig (in dem Beispiel sind dies 2 Linien mit 2 Richtungen also 4 Bahnsteigkanten), sofern nicht von einer Doppelbelegung ausgegangen wird.

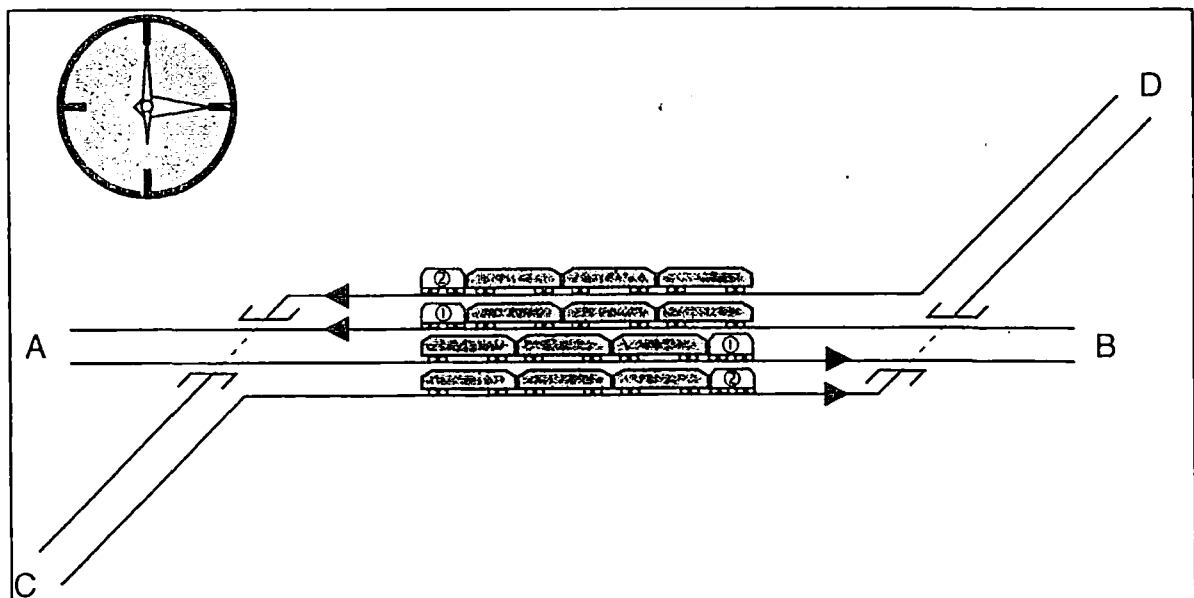


Abbildung 1-3: Aufenthalt der Linien ① und ② zur Minute 00 am Knotenbahnhof

Symmetrisch zu den Ankunftszeiten verlassen alle Züge den Bahnhof kurz nach der vollen Stunde (Abbildung 1-4).

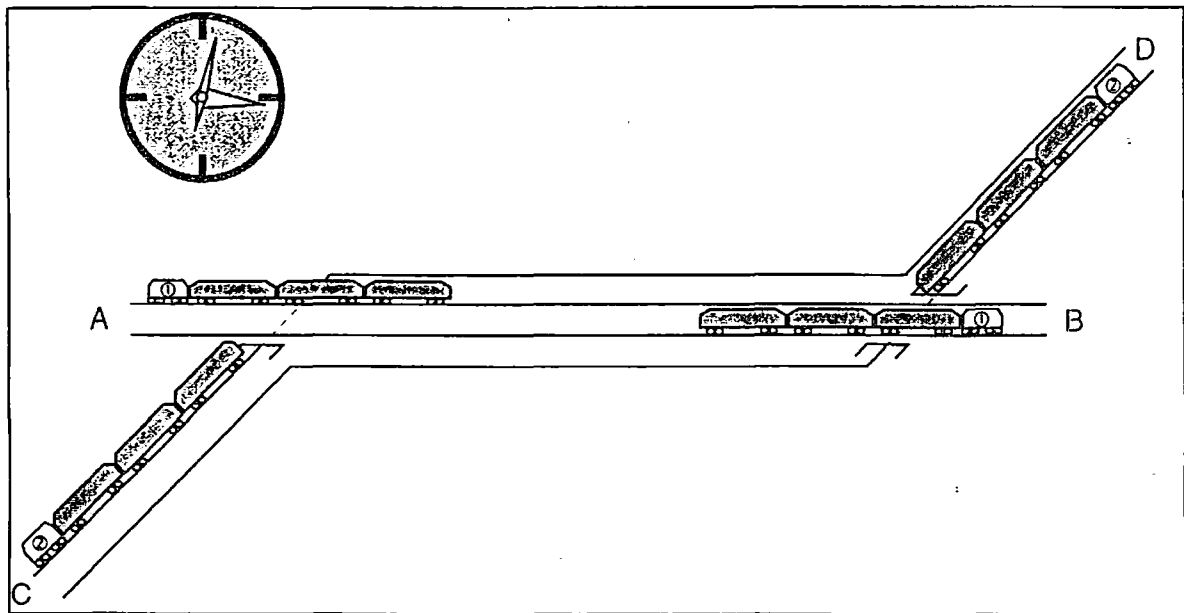


Abbildung 1-4: Ausfahrten der Linien ① und ② kurz nach der vollen Stunde

Ein gleichzeitiges Ausfahren führt zu Konflikten in den Fahrstraßen der Linien ① und ② was nur durch planfreie Kreuzungsmöglichkeiten der Strecke A - B durch die Strecke C - D möglich wird. Selbst bei einem kleinen Kreuzungsbahnhof wie in dem gewählten Beispiel werden dadurch bereits erhebliche Investitionen notwendig, um den Idealzustand des ITF zu verwirklichen.

Dabei ist anzumerken, daß bei zwei Linien, die sich nicht bei der Ein- bzw. Ausfahrt kreuzen, ein paralleles Ein- und Ausfahren unter Umständen ohne aufwendige Überwerfungsbauwerke möglich ist. Dies bedingt aber bezüglich der Linienführung sehr große Restriktionen, da dann in allen Bahnhöfen die Linien eine ähnliche tangentielle Führung aufweisen müssen. Zudem würde dem Umstand nicht Rechnung getragen, daß i.a. die verkehrsstärksten und nicht die betrieblich optimalen Linienbindungen in einem Verkehrsnetz als Angebot definiert werden.

Sollen die im obigen Fall erforderlichen aufwendigen Kreuzungsbauwerke vermieden werden, so kann die Anschlußbindung des ITF nur so erreicht werden, daß die Züge nacheinander ein- bzw. ausfahren (Abbildung 1-5 bzw. Abbildung 1-6).

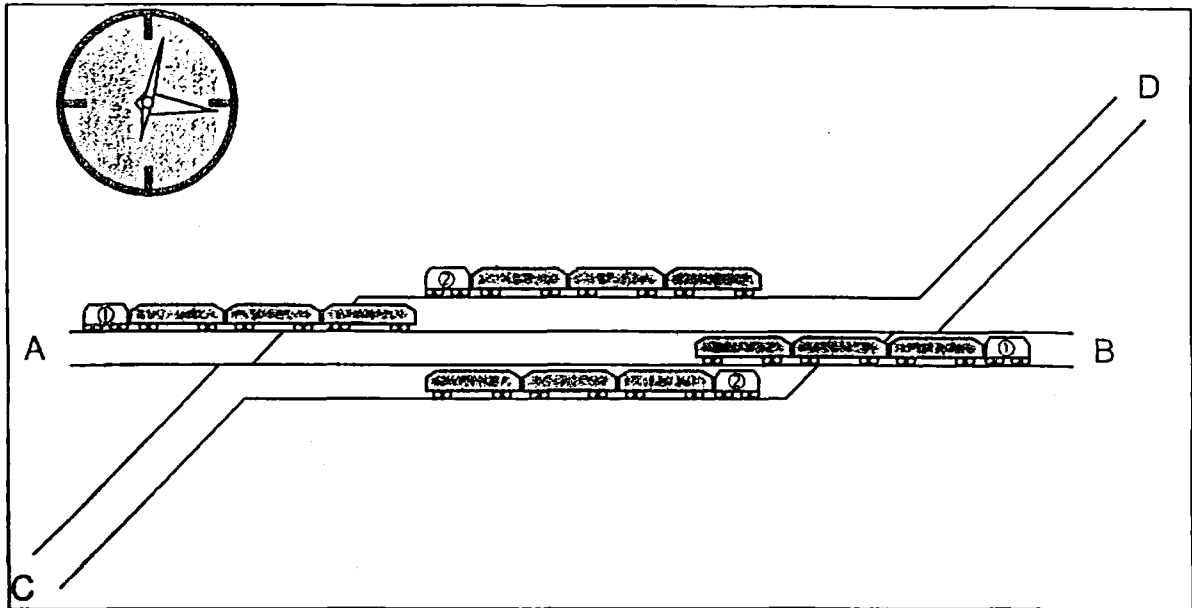


Abbildung 1-5: Ausfahrt der Linie ① kurz nach der vollen Stunde

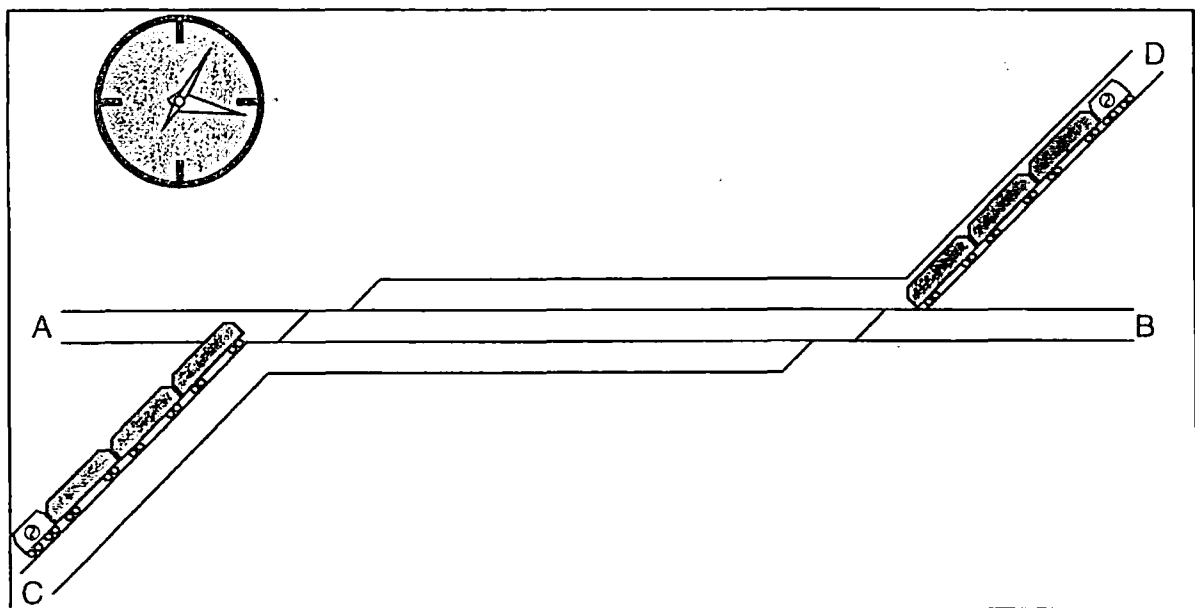


Abbildung 1-6: Ausfahrt der Linie ② nachdem Linie ① den Bahnhof verlassen hat

Dies bedeutet für den Teil der Reisenden, die mit Linie ② fahren, zusätzliche Reisezeitverluste, da diese Linie zusätzlich zu der Zeit, die für die Anschlußbindung benötigt wird, auch die Sperrzeit für die Fahrstraße der vorausfahrenden Linie abwarten muß, ehe die Fahrt fortgesetzt werden kann.

Aufgrund der notwendigen Symmetrie von Ankunft und Abfahrt erhält hier im Beispiel die Linie ② eine wesentlich längere Aufenthaltszeit, da sie vor der Linie ① ankommt und nach der Linie ① abfährt.

Obiges Beispiel stellt die Problematik des ITF an nur 2 Strecken mit nur einem Produkt dar. Werden zusätzlich die Anschlußbindungen eines höherwertigeren Produktes (Linie ③ in Abbildung 1-7) auf der Strecke A - B berücksichtigt, so muß die Ankunft der Linie ② vor der Ankunft der Linie ① stattfinden und diese wiederum auch noch vor Ankunft der Linie ③ (Abbildung 1-8).

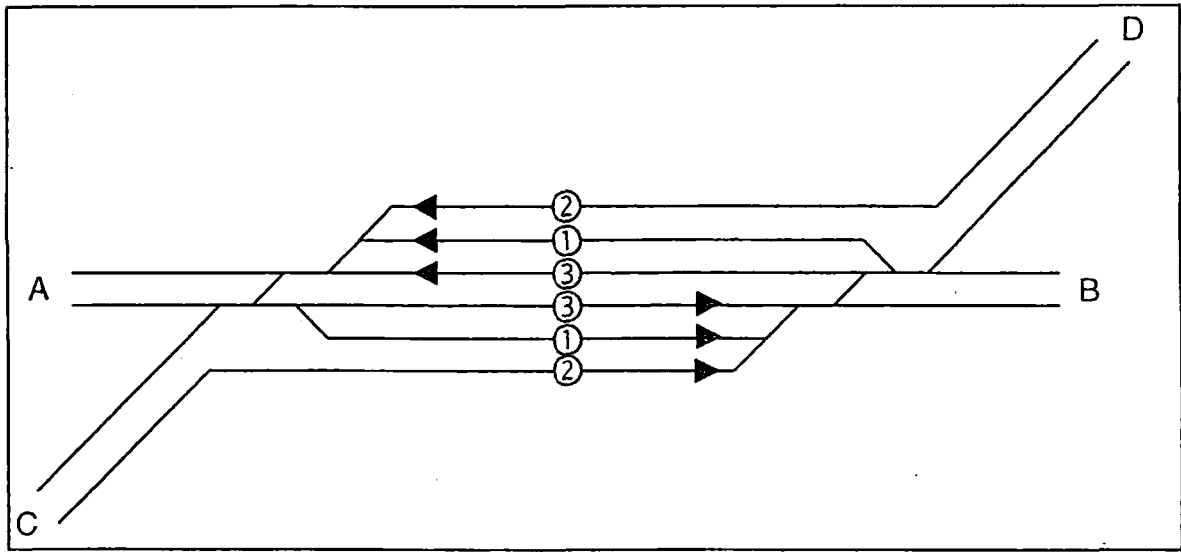


Abbildung 1-7: Kreuzung zweier Nahverkehrslinien und einer Fernverkehrslinie im Knotenbahnhof

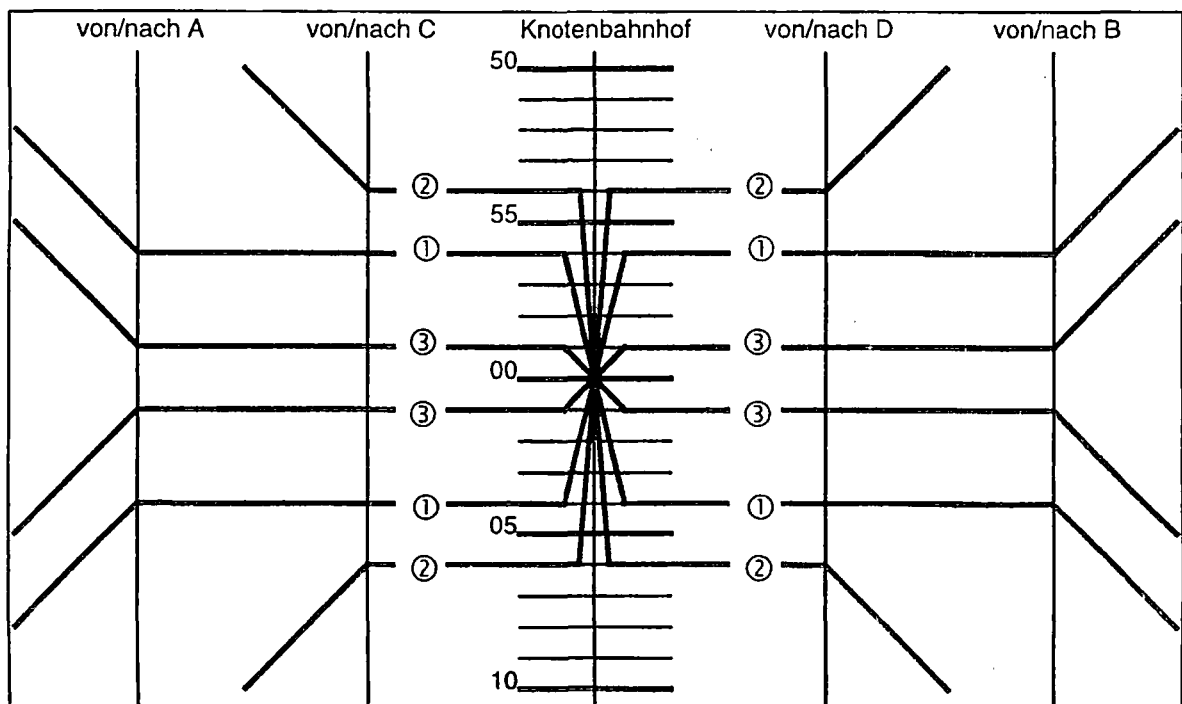


Abbildung 1-8: Bildfahrplan der Linien ①, ② und ③ im Knotenbahnhof

Analog ergibt sich die Abfahrt der Linie Linien ② nach der Abfahrt der Linie ①, die wiederum der Linie ③ folgt. D.h. mit jeder zusätzlichen Linie erhöhen sich die Aufenthaltszeiten derjenigen Linien, die vor den anderen ankommen und nach diesen abfahren müssen um das zweifache der minimalen Zugfolgezeiten bzw. Fahrstraßensperrzeiten im Knoten, wenn nicht für jede Linie eine eigene Zulaufstrecke mit niveaufreier Einfädelung in den Bahnhof vorhanden ist.

Im aufgeführten Beispiel ergeben sich damit die folgenden Aufenthaltszeiten:

- Linie ① 8 Minuten
- Linie ② 12 Minuten
- Linie ③ 2 Minuten

sowie die Umsteigezeiten entsprechend Tabelle 1-1. Als mittlere Aufenthaltszeit (incl. Umsteigevorgänge) ergeben sich 7,3 Minuten.

<div> <div>Abfahrt zur Minute</div> <div>nach</div> <div>Ankunft zur Minute</div> <div>von</div> </div>		04	06	01	04	06	01
		Linie ① Richtung	Linie ② Richtung	Linie ③ Richtung	Linie ① Gegenrichtung	Linie ② Gegenrichtung	Linie ③ Gegenrichtung
56	Linie ① Richtung		10	5		10	5
54	Linie ② Richtung	10		7	10		7
59	Linie ③ Richtung	5	7		5	7	
56	Linie ① Gegenrichtung		10	5		10	5
54	Linie ② Gegenrichtung	10		7	10		7
59	Linie ③ Gegenrichtung	5	7		5	7	

Tabelle 1-1: Umsteigezeiten im Knotenpunkt

Handelt es sich bei dem höherrangigen Produkt ③ um eine Linie im Zwei-Stunden-Takt (z.B. InterRegio), so fallen die Aufenthaltszeiten der Linien ① und ② auch in der Stunde an, in der die Linie ③ nicht verkehrt, da das Taktschema beibehalten werden sollte.

Es zeigt sich also, daß für die Realisierung der Prinzipien des ITF im Idealzustand selbst bei relativ kleinen Knoten im Eisenbahnnetz und bei relativ geringen Taktfolgen der Züge bereits erhebliche infrastrukturelle Randbedingungen erfüllt sein müssen, um den ITF umzusetzen.

1.4.2 Anwendungen des ITF in Großknoten

Für die Situation in einem größeren Knoten im ITF soll folgendes Beispiel dienen: Auf einen Knotenbahnhof laufen die jeweils zweigleisigen Strecken aus A, B, C, D, E, F, G und H zu (Abbildung 1-9). In außenliegenden Knoten (Vorbahnhöfe) werden diese jeweils paarweise gebündelt, so daß sich für den Knotenbahnhof vier zweigleisige Zulaufstrecken ergeben. Soll nun das Schema des ITF konsequent umgesetzt werden, ergeben sich von den 8 Zulaufrichtungen bei durchgebundenen Linien vier Linien eines Produkts (jeweils Richtung und Gegenrichtung) welche die Endpunkte A bis H bedienen und gemäß dem ITF im Knotenpunkt zur Minute 00 (Symmetriezeit) alle am Bahnsteig stehen. In dem gewählten Beispiel ergeben sich folgende Linienverläufe:

- Linie ① von A nach E
- Linie ② von B nach H
- Linie ③ von C nach G
- Linie ④ von D nach F

Aufgrund der Bündelung von jeweils zwei Linien an den Außenknoten, können die Linien auf den Abschnitten bis zum Knotenbahnhof nur mit der Mindestzugfolgezeit (hier mit 3 Minuten angesetzt) hintereinander und nicht mehr parallel zueinander fahren.

Dies bedeutet, daß für das Treffen der Züge am Knotenbahnhof die Züge nacheinander in den Bahnhof einfahren und die bereits angekommenen Züge lange Aufenthaltszeiten aufgrund der Reihenfolge erhalten (Abbildung 1-10 und Abbildung 1-11).

In dem gewählten Beispiel ergeben sich damit folgende Abhängigkeiten:

- Die Linie ① soll als erste Linie den Knotenbahnhof erreichen und die längste Aufenthaltszeit im Bahnhof haben (Symmetrie des Fahrplans).
- Aufgrund der Zugfolge kann die Linie ② von B nur mit einer Mindestzugfolgezeit von 3 Minuten der Linie ① von A folgen.
- Die Linie ④ von D fährt nach der Linie ③ von C mit 3 Minuten Abstand.
- Analog kann die Linie ④ von F der Linie ① von E nur mit 3 Minuten folgen.
- Die Linie ② von H kann der Linie ③ von G nur mit drei Minuten Abstand folgen.

Weitere Abhängigkeiten entstehen durch parallele Ein- und Ausfahrten von Linien in den Knotenbahnhof im Gleisvorfeld, wenn nicht alle Gleise von allen Zulaufstrecken ohne Kreuzen von Fahrstraßen anderer Züge erreichbar sind, also nicht jedes Gleis niveaufrei von allen Zulaufstrecken erreichbar sind.

Hier in diesem Beispiel spielt dieser Fall keine Rolle, da aufgrund der Abhängigkeiten der Linien durch den Zulauf der Fall einer parallelen Ein- bzw. Ausfahrt an einem Bahnhofskopf nicht gegeben ist. Trotzdem stellt diese Problematik insbesondere bei Kopfbahnhöfen, wo zudem Linien nicht wie hier im Beispiel durchgebunden werden, sondern Zugläufe enden, ein nicht unerhebliches Hindernis für die Umsetzung eines ITF dar.

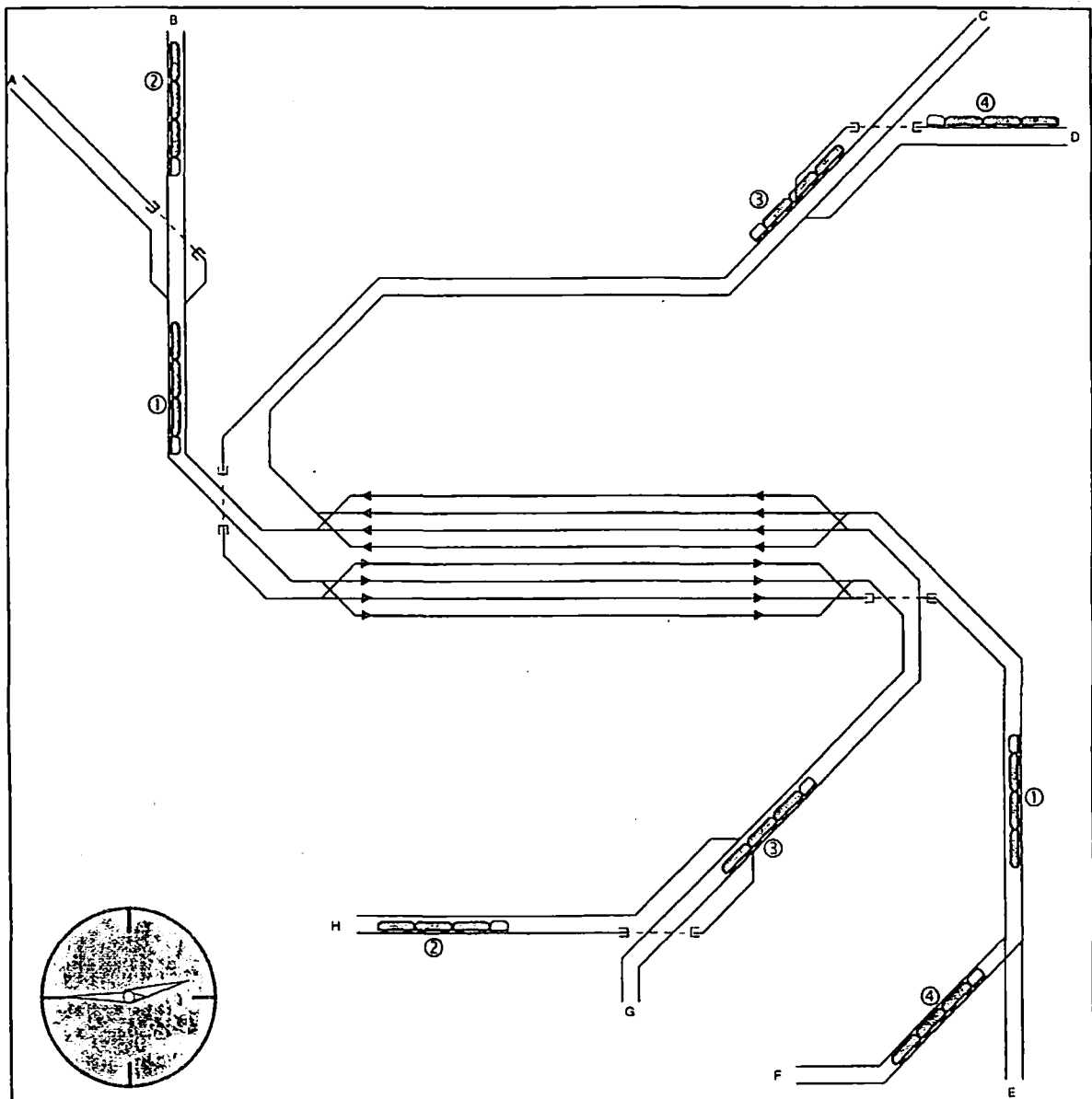


Abbildung 1-9: Linien ①, ②, ③ und ④ im Zulauf auf den Knotenbahnhof

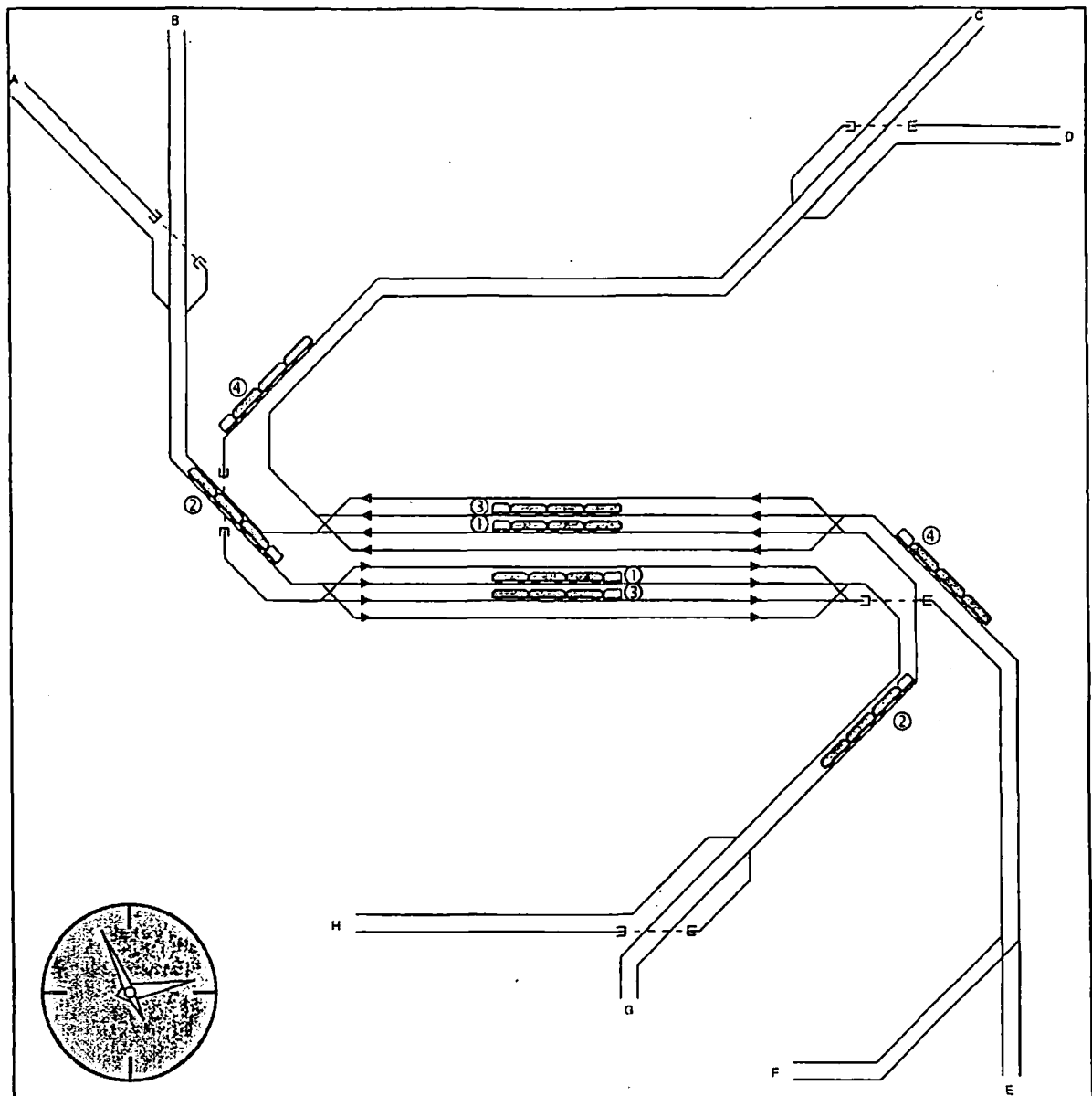


Abbildung 1-10: Nach dem Eintreffen der Linien ① und ③ folgen die Linien ② und ④ im Zulauf

Aufgrund der Abhängigkeiten der Linien untereinander durch die Problematik der Zulaufstrecken ergibt sich folgendes Gleichungssystem für die Abhängigkeiten der Ankunftszeiten der Linien ① bis ④:

Ankunftszeit von Linie ① + 3 Minuten = Ankunftszeit von Linie ②

Ankunftszeit von Linie ③ + 3 Minuten = Ankunftszeit von Linie ④

Ankunftszeit von Linie ① + 3 Minuten = Ankunftszeit von Linie ④

Ankunftszeit von Linie ③ + 3 Minuten = Ankunftszeit von Linie ②

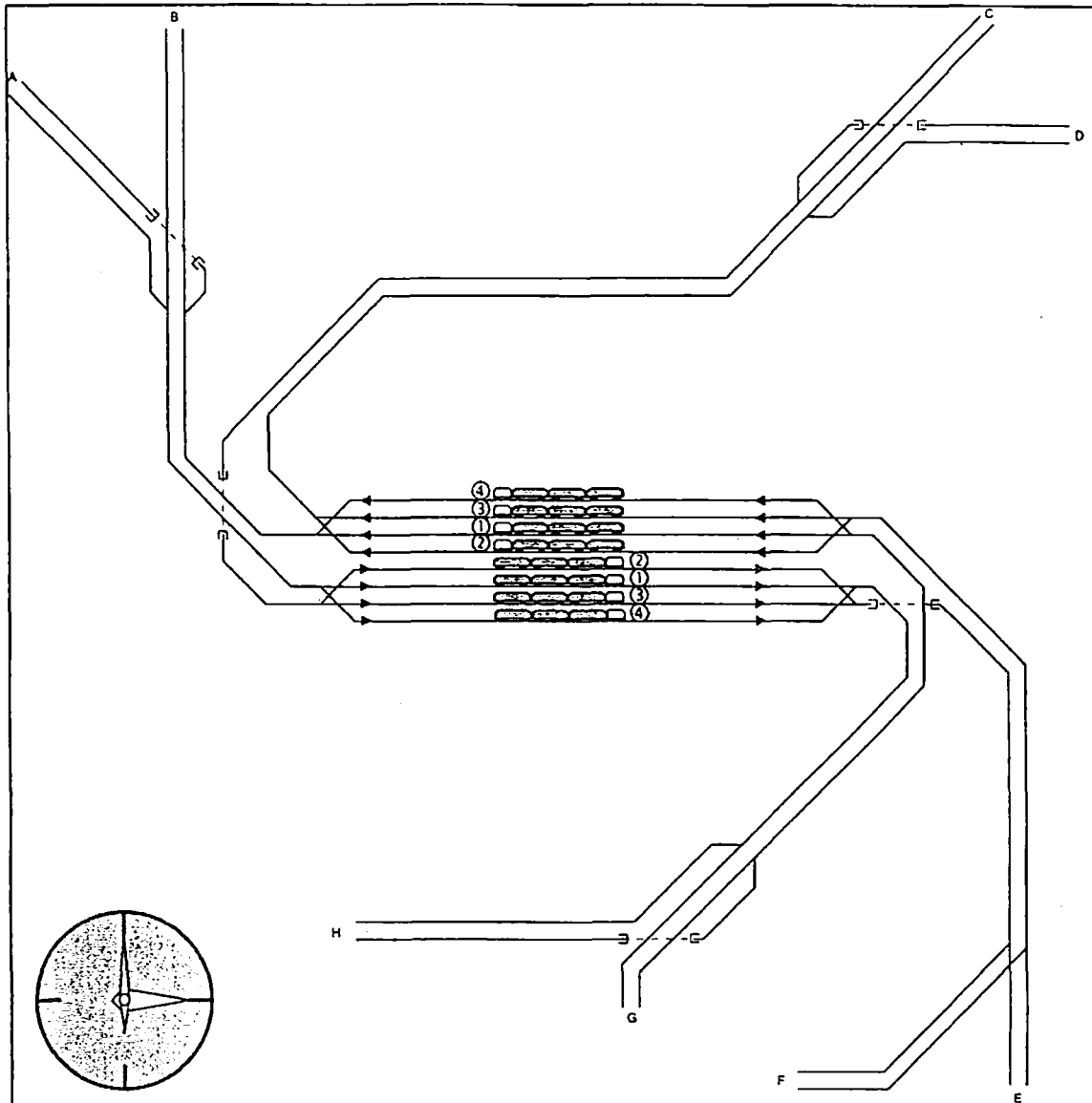


Abbildung 1-11: Zusammentreffen der Linien ①, ②, ③ und ④ von Richtung und Gegenrichtung im Knotenbahnhof

Da die Linie ① die längste Aufenthaltszeit haben soll, ergeben sich die Abfahrts- und Ankunftszeiten der Linien gemäß Abbildung 1-12. Die Linien erreichen den Knotenbahnhof in der Reihenfolge ①, ②, ③, ④ und verlassen ihn wieder in der Reihenfolge ④, ③, ②, ①. Daraus ergeben sich aus den oben erläuterten Randbedingungen die Ankunftszeiten zur Minute 50, 53, 56 und 59 und die Abfahrtszeiten zur Minute 01, 04, 07 und 10. Es entsteht für die Linie ① eine Aufenthaltszeit von 20 Minuten am Knotenbahnhof. Wird für alle Linien ein 30-Minuten-Takt unterstellt (Symmetrie zur Minute 00 und 30), so ergibt sich für die Linie ① zwischen der Abfahrt des Zuges vom vorausgehenden Takt (Abfahrt zur Minute 40) und der Ankunft des Zuges vom nächsten Takt (Ankunft zur Minute 50) eine Zeitspanne von lediglich 10 Minuten. Dies ist bereits der Fall bei nur 4 Linien eines Produktes.

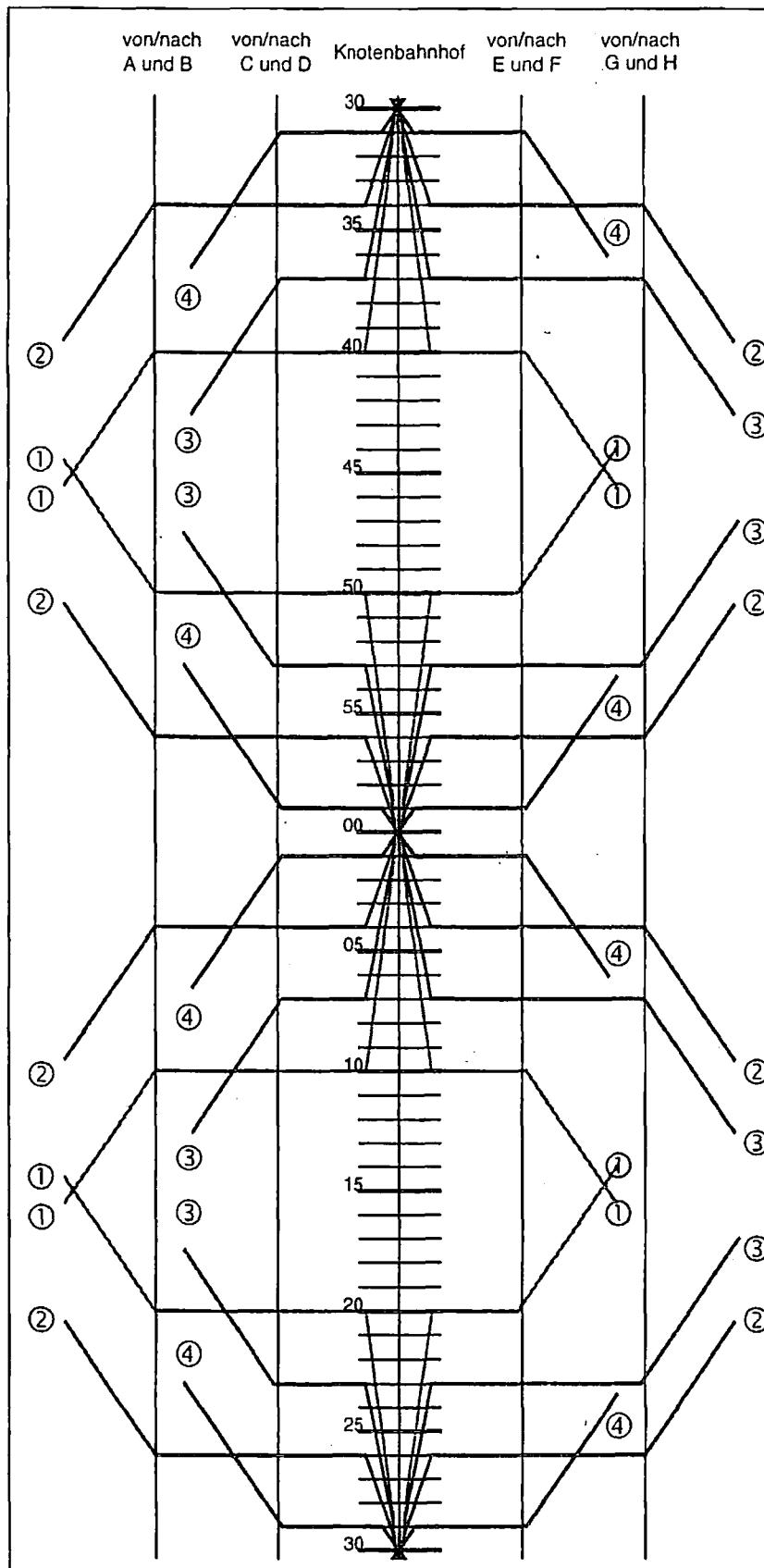


Abbildung 1-12: Bildfahrplan für 4 Linien im Zulauf auf den Knotenbahnhof

Ankunft zur Minute	Abfahrt zur Minute nach von	10	04	07	01	10	04	07	01
		Linie ① Richtung	Linie ② Richtung	Linie ③ Richtung	Linie ④ Richtung	Linie ① Gegen- richtung	Linie ② Gegen- richtung	Linie ③ Gegen- richtung	Linie ④ Gegen- richtung
50	Linie ① Richtung		14	17	11		14	17	11
56	Linie ② Richtung	14		11	5	14		11	5
53	Linie ③ Richtung	17	11		8	17	11		8
59	Linie ④ Richtung	11	5	8		11	5	8	
50	Linie ① Gegen- richtung		14	17	11		14	17	11
56	Linie ② Gegen- richtung	14		11	8	17		11	5
53	Linie ③ Gegen- richtung	17	11		8	17	11		8
59	Linie ④ Gegen- richtung	11	5	8		11	5	8	

Tabelle 1-2: Umsteigezeiten im Knotenbahnhof

Für den Knotenbahnhof ergeben sich die folgenden Aufenthaltszeiten:

- Linie ① 20 Minuten
- Linie ② 8 Minuten
- Linie ③ 14 Minuten
- Linie ④ 2 Minuten

und Umsteigezeiten entsprechend Tabelle 1-2. Als Mittelwert der Aufenthaltszeiten (incl. Umsteigevorgänge) ergeben sich 11,0 Minuten.

Werden zusätzliche Linienführungen z.B. von A/B nach C/D oder von E/F nach G/H über den Knotenbahnhof unterstellt, so ergibt sich eine nochmalige Verkürzung dieser Zeitspanne je weiterer Linie um zwei mal drei Minuten. Dies heißt, daß bereits bei zwei weiteren Linien (entspricht 12 zusätzliche Minuten Aufenthaltszeit) bei der Linie mit der längsten Aufent-

haltszeit der Zug des ersten Taktes noch im Bahnhof ist, wenn der nachfolgende Zug der gleichen Linie bereits in den Bahnhof einfährt.

Soll der Anschluß an höherwertige Produkte hergestellt werden, wie dies in der Realität in Knoten dieser Größenordnung der Fall ist, so ergibt sich bereits beim Anschluß z.B. auf eine ICE-Linie in der Relation A-G und je eine IR-Linie in den Relationen B - H und C - E folgendes Bild (Abbildung 1-13).

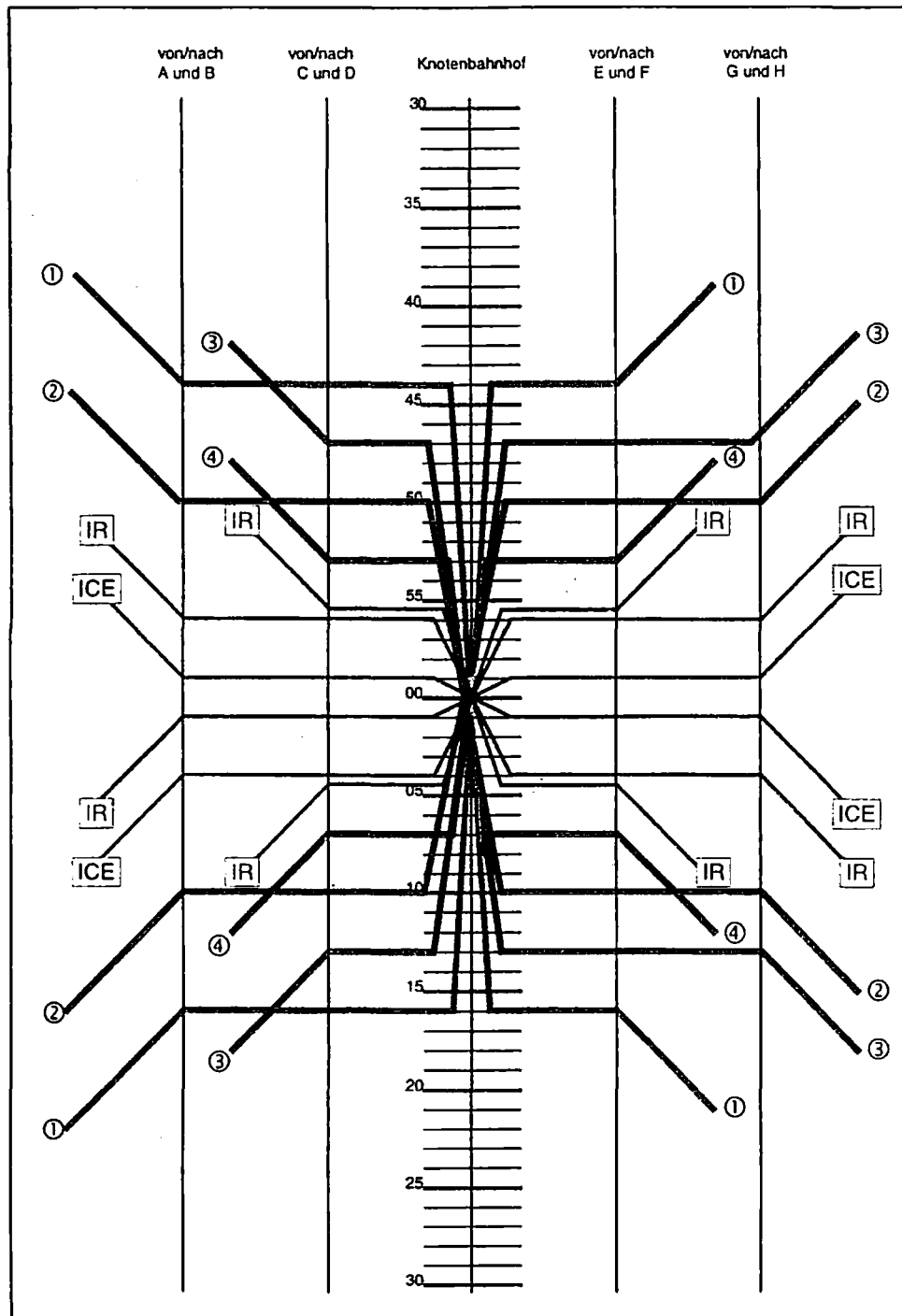


Abbildung 1-13: Bildfahrplan für vier Linien des Regionalverkehrs und eine ICE-Linie sowie zwei IR-Linien

Durch die Zugfolge der zusätzlichen Fernzüge entstehen zusätzlich zwei mal drei Minuten Zugfolgezeiten, die zu jeweils sechs Minuten zusätzlicher Aufenthaltszeit bei den Anschlußzügen des Regionalverkehrs führen. Dies führt zu einer Aufenthaltszeit der Linie ①, die den Knotenbahnhof zuletzt verläßt, von 32 Minuten. Wird bei dem Zubringer ein 30-Minuten-Takt in der Hauptverkehrszeit unterstellt, so kommt der Zug des nächsten Linienbündels zwei Minuten vor der Abfahrt des folgenden Linienbündels am Knotenbahnhof an. Damit wird die ursprüngliche Absicht des ITF ins Gegenteil verkehrt.

Um das Umsteigen zu ermöglichen müssen zudem ausreichende Bahnsteigkapazitäten zur Verfügung stehen, die von der Anzahl der Linien und deren Bindungen abhängen. Werden die Linien durchgebunden (kein Zug endet oder beginnt im Knotenbahnhof), so ist pro Linie und Richtung eine Bahnsteigkante erforderlich, was in dem Beispiel zu 8 erforderlichen Bahnsteigkanten führt. Tritt der Fall ein, daß eine durchgebundene Linie z.B. A - E gebrochen (also nicht durchgebunden) wird, so sind für die beiden Teilrichtungen Ankunft von A - Fahrt zum Abstellbahnhof und Bereitstellen vom Abstellbahnhof - Abfahrt nach E bereits 2 Bahnsteigkanten erforderlich. Werden in dem Beispiel alle Zugläufe der Linien ① bis ④ am Knotenbahnhof gebrochen, so ergeben sich dann 16 erforderliche Bahnsteigkanten, sollen in dem gewählten Beispiel auch noch Anschlußbindungen zu der durchgebundenen ICE- und den zwei IR-Linien hergestellt werden, erhöht sich die Anzahl der notwendigen Bahnsteigkanten auf 22.

Außerdem ist die Situation auf den Bündelungsabschnitten von den Außenknoten zum Knotenbahnhof als sehr kritisch zu beurteilen, da durch die Minimierung der Aufenthaltszeiten am Knotenbahnhof die jeweils zwei Linien, die diese Abschnitte bedienen, sehr kurz hintereinander folgen müssen und damit auf diesen Streckenabschnitten ein sogenannter "Stolpertakt" (z.B. 06- und 24-Takt) folgt, der gegen das Prinzip des ITF verstößt, alle Strecken in einem strengen Taktschema zu bedienen. Allerdings ist auf diesen Abschnitten das doppelte Angebot gegenüber den Außenästen vorhanden.

Ein reiner ITF würde sich hier nur so verwirklichen lassen, daß jede der Zulaufstrecken von A bis H bis zum Knotenbahnhof mit einer eigenen zweigleisigen Strecke durchgeführt wird **und** die Ein- und Ausfahrten durch niveaufreie Ein- und Ausfädeungen ohne gegenseitige Behinderungen der Linien möglich sind. Dies würde in dem gewählten Beispiel zu der in Abbildung 1-14 dargestellten Situation führen: vier viergleisige Zulaufstrecken zum Knotenbahnhof mit sehr aufwendigen Überwerfungsbauwerken an beiden Bahnhofsköpfen, da die

jeweiligen Richtungsgleise für die einzelnen Linien von den vier Strecken kreuzungsfrei erreichbar sein sollen, um Wartezeiten durch Fahrstraßenausschlüsse zu vermeiden.

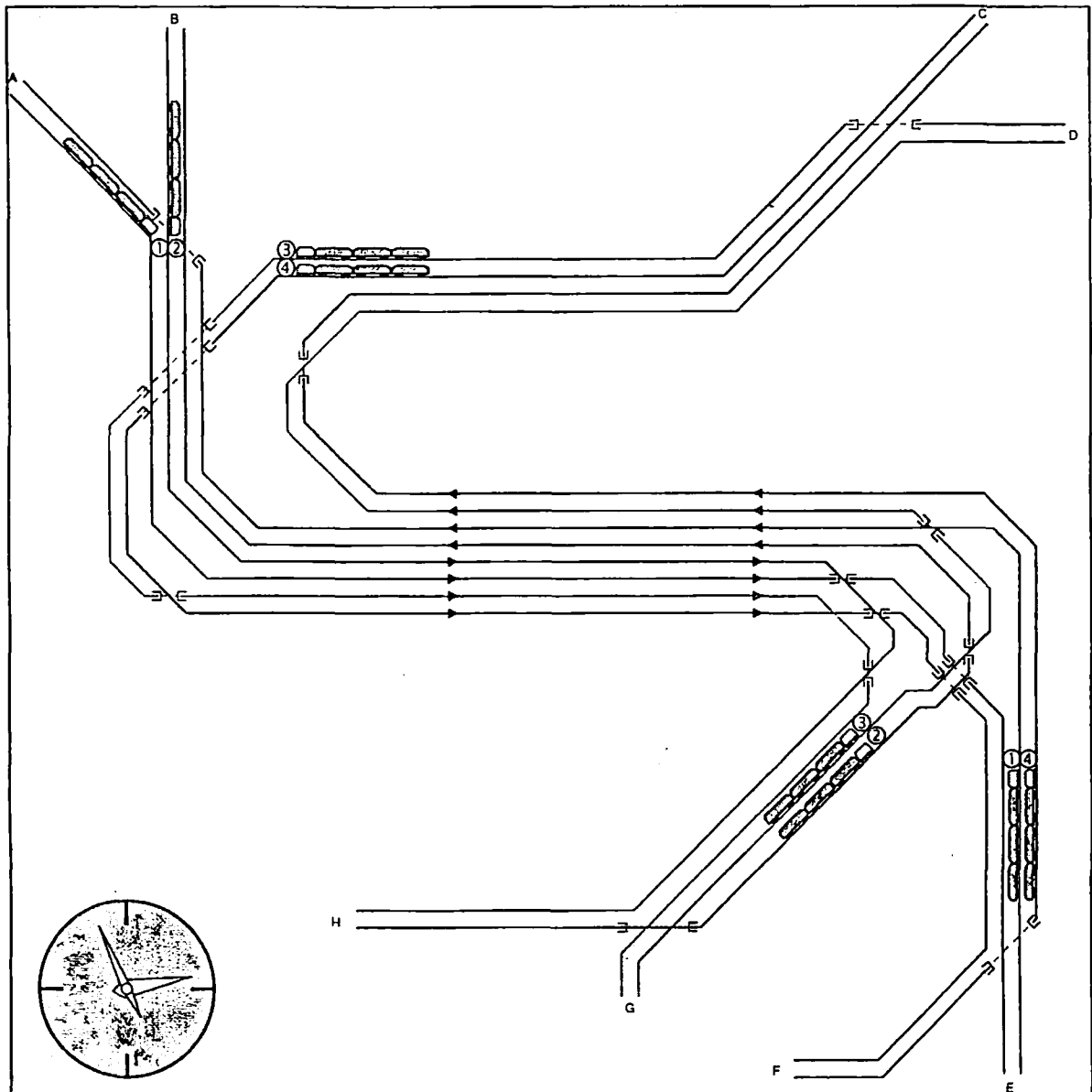


Abbildung 1-14: Gleichzeitiger Zulauf der 4 Linien auf den Knotenbahnhof mit viergleisigen Zulaufstrecken

Dadurch ist das parallele Einfahren aus allen vier Richtungen in alle Richtungsgleise möglich und die Züge können damit zur gleichen Zeit ankommen (Abbildung 1-15). Werden für die Linien ① bis ④ vier Minuten als Aufenthaltszeit am Knotenbahnhof zugrundegelegt (Umstei-
gevorgänge zwischen allen Linien) und ein 30-Minuten-Takt unterstellt, so ergibt sich der Gleisbelegungsplan für den Knotenbahnhof nach Abbildung 1-16: alle Züge kommen zur Minute 58 (bzw. Minute 28) an und verlassen den Bahnhof wieder zur Minute 02 (bzw. Minute 32). Es ergibt sich gegenüber Abbildung 1-12 (Abstand der Linienbündel der unterschiedli-

chen Takte: 10 Minuten) ein Abstand von der Abfahrt des ersten Knotenbündels bis zur Ankunft des darauffolgenden Knotenbündels von 26 Minuten bei Betrachtung der Linien ① bis ④. Weil die Aufenthaltszeit für alle Linien gleich lang gehalten werden kann (4 Minuten), wird die Wartezeit für alle Reisenden minimiert, da sowohl Umsteiger als auch Direktfahrer auf allen Linien die gleiche Aufenthaltszeit am Bahnhof haben. Als Mittelwert aller Aufenthaltszeiten ergeben sich 4 Minuten.

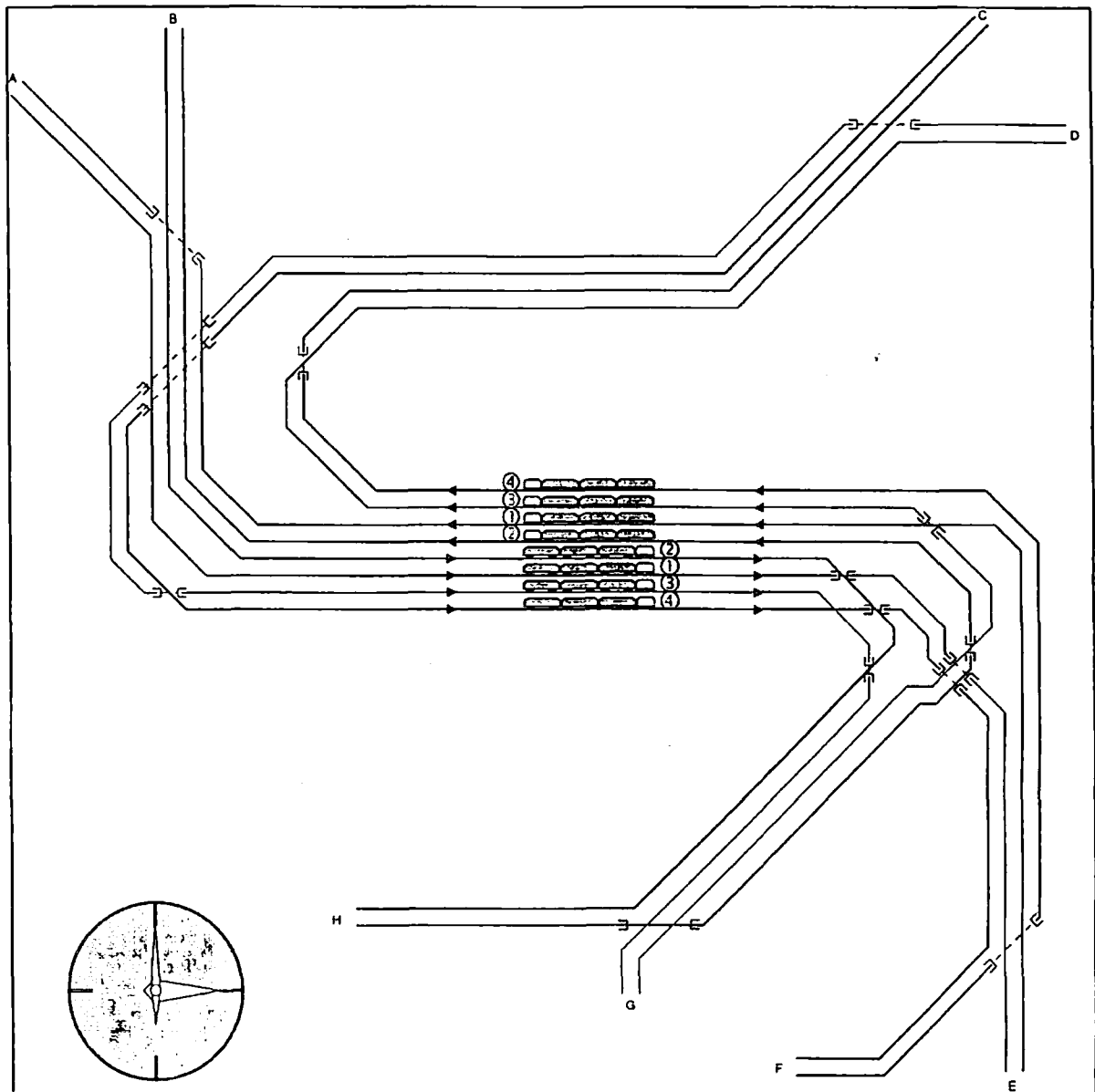


Abbildung 1-15: Aufeinandertreffen aller Züge im Knotenbahnhof mit jeweils viergleisigen Zulaufstrecken

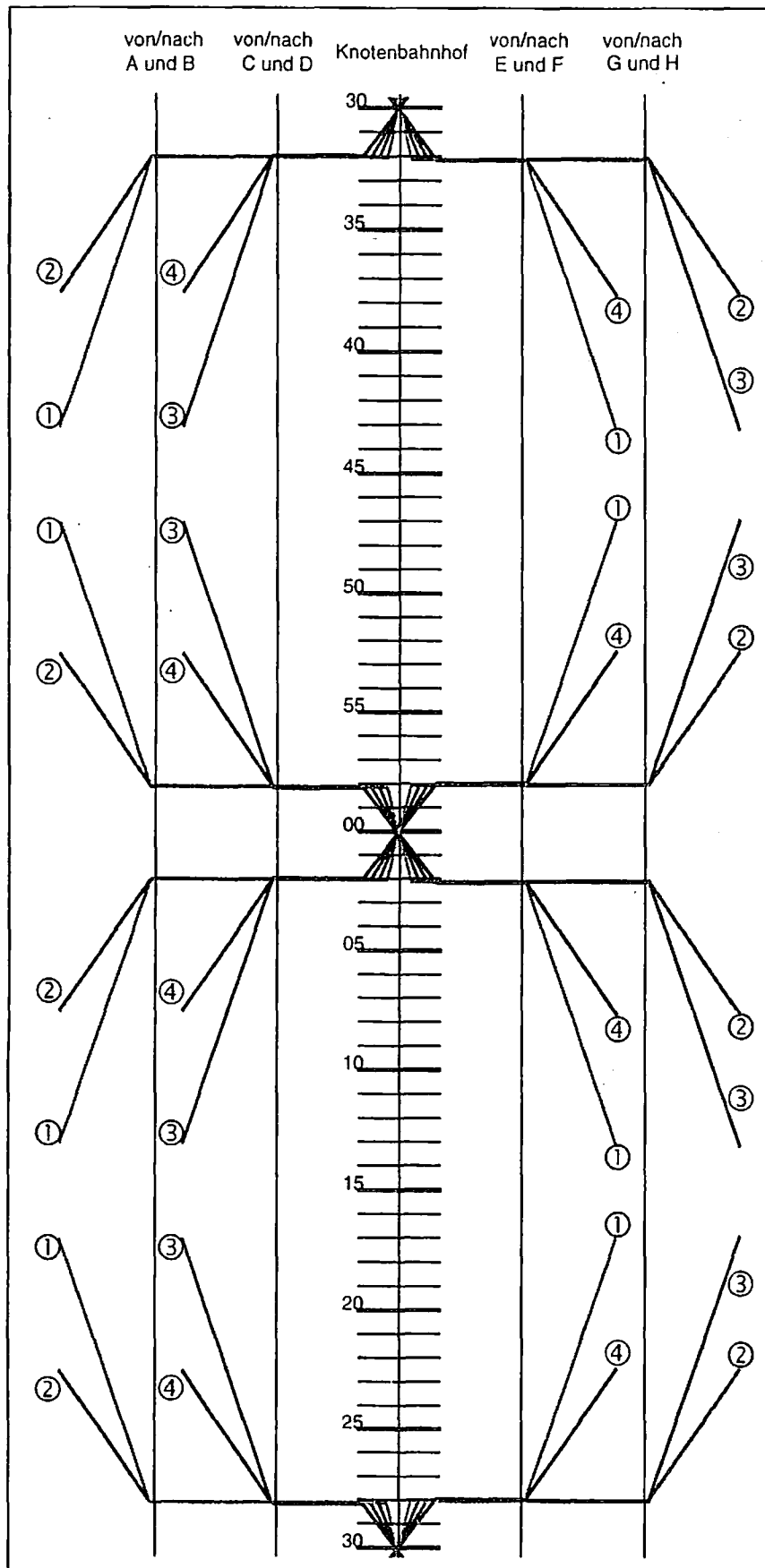


Abbildung 1-16: Bildfahrplan für Knotenbahnhof mit viergleisigen Zulaufstrecken

Wenn zusätzlich die Verknüpfung der Linien mit einer ICE- und IR-Linie berücksichtigt werden soll, ergibt sich aufgrund der Zugfolge auf der Zulaufstrecke (beispielsweise müßte die Linie ① drei Minuten vor dem auf dem selben Streckengleis verkehrenden Fernverkehrszug ankommen und drei Minuten später abfahren) bereits bei den Linien, denen ein Fernverkehrszug folgt (bzw. vorausfährt), eine Aufenthaltszeit von mindestens 8 Minuten (2 Minuten Aufenthalt ICE/IR und zweimal drei Minuten Zugfolgezeit). Dies bedeutet, daß in großen Knoten, wo die Produkte des Nahverkehrs Anschlüsse zu den Fernverkehrsprodukten herstellen sollen, selbst bei entsprechend vorhandener Infrastruktur (Zulaufstrecken, Ein-/Ausfädelungen im Gleisvorfeld und Bahnsteiggleise), größere Wartezeiten durch den konsequent durchgehaltenen ITF bei den Zubringern nicht zu vermeiden sind. Auch das für die entsprechende Umsetzung des ITF notwendige Investitionsvolumen (Überwerfungsbauwerke) spricht gegen eine vollständige Umsetzung des reinen ITF-Prinzips in Großknoten.

Eine mögliche Lösung der aufgezeigten Problematik wäre eine eventuelle *Teilumsetzung* des ITF. So könnten in dem gewählten Beispiel jeweils 2 der Linien ① bis ④ gemäß ITF eine Anschlußbindung untereinander und eventuell zu 2 Fernverkehrsprodukten, die dem Linienweg der jeweils nicht betroffenen Linien folgen, herstellen. Alternierend dazu stellen die verbleibenden Linien in der zur Verfügung stehenden Zeitspanne zwischen den ersten Linienbündeln die Anschlüsse untereinander her. Damit wäre die Anschlußsituation dennoch teilweise gegeben und die Bedienung auf den Streckenabschnitten zwischen den Vorbahnhöfen und dem Knotenbahnhof (dort wo i.a. das größte Aufkommen besteht) könnte auf einen 15-Minuten-Takt verdichtet werden (Überlagerung von zwei Linien im 30-Minuten-Takt, um 15 Minuten versetzt).

2 Möglichkeiten des ITF am Stuttgarter Hauptbahnhof

2.1 ITF im Stuttgarter Kopfbahnhof

2.1.1 Situation im bestehenden Hauptbahnhof

In Abbildung 2-1 ist die Situation im Stuttgarter Hauptbahnhof als Kopfbahnhof dargestellt. Aus Richtung Zuffenhausen und Bad Cannstatt führen je zwei S-Bahn-Gleise und Fernbahngleise auf den Hauptbahnhof zu, wobei auch die S-Bahn-Gleise durch entsprechende Überleitmöglichkeiten von Zügen des Regional- und Fernverkehrs genutzt werden können. Werden nur die regulären Fernbahngleise benutzt, so ergeben sich die in Tabelle 2-1 aufgeführten Beschränkungen in der Gleisnutzung aufgrund fehlender Einfahrtmöglichkeiten:

in Stuttgart Hbf	keine Einfahr-/Ausfahr- möglichkeit nach/von	Einfahr-/Ausfahr- möglichkeit nach/von
Ferngleis von Cannstatt	Gleis 1 bis 7, Gleis 14 bis 16	Gleis 8 bis 13
Ferngleis nach Cannstatt	Gleis 1 bis 11	Gleis 12 bis 16
Ferngleis von Zuffenhausen	Gleis 1 bis 2	Gleis 3 bis 16
Ferngleis nach Zuffenhausen	Gleis 1 bis 2, Gleis 13 bis 16	Gleis 3 bis 12

Tabelle 2-1: Ein- und Ausfahrmöglichkeiten im bestehenden Stuttgarter Hauptbahnhof

Auf den Hauptbahnhof laufen aus Richtung Bad Cannstatt die Strecken aus Schwäbisch Hall-Hessental, Aalen, Geislingen und Tübingen gebündelt auf zwei Fernbahngleisen zu; wird die Neubaustrecke Esslingen/Mettingen - Ulm unterstellt, so kommt diese Strecke noch hinzu, was dann in der Summe sechs gebündelte Zulaufstrecken ergibt. Von Zuffenhausen sind dies die drei Strecken von Heilbronn, Vaihingen/Enz via Bietigheim und Vaihingen/Enz via Schellfahrstrecke. Als dritte zweigleisige Zulaufstrecke wird von Norden die Gäubahn eingeführt, die kurz vor dem Gleisvorfeld des Hauptbahnhofs auf ein Gleis im Zweirichtungsbetrieb reduziert wird. Zusätzlich zu diesen drei Zufahrten, die teilweise niveaufreie Kreuzungen ermöglichen, sind auch die fünf Verbindungsgleise zum Wartungs- und Abstellbahnhof am Rosensteinpark an das Gleisvorfeld angeschlossen, welche die Zulaufstrecken

niveaufrei kreuzen. Der heutige Kopfbahnhof besitzt 16 Bahnsteiggleise und ein zusätzliches Gleis 1a westlich von Gleis 1, das für RegionalExpress-Züge nutzbar ist.

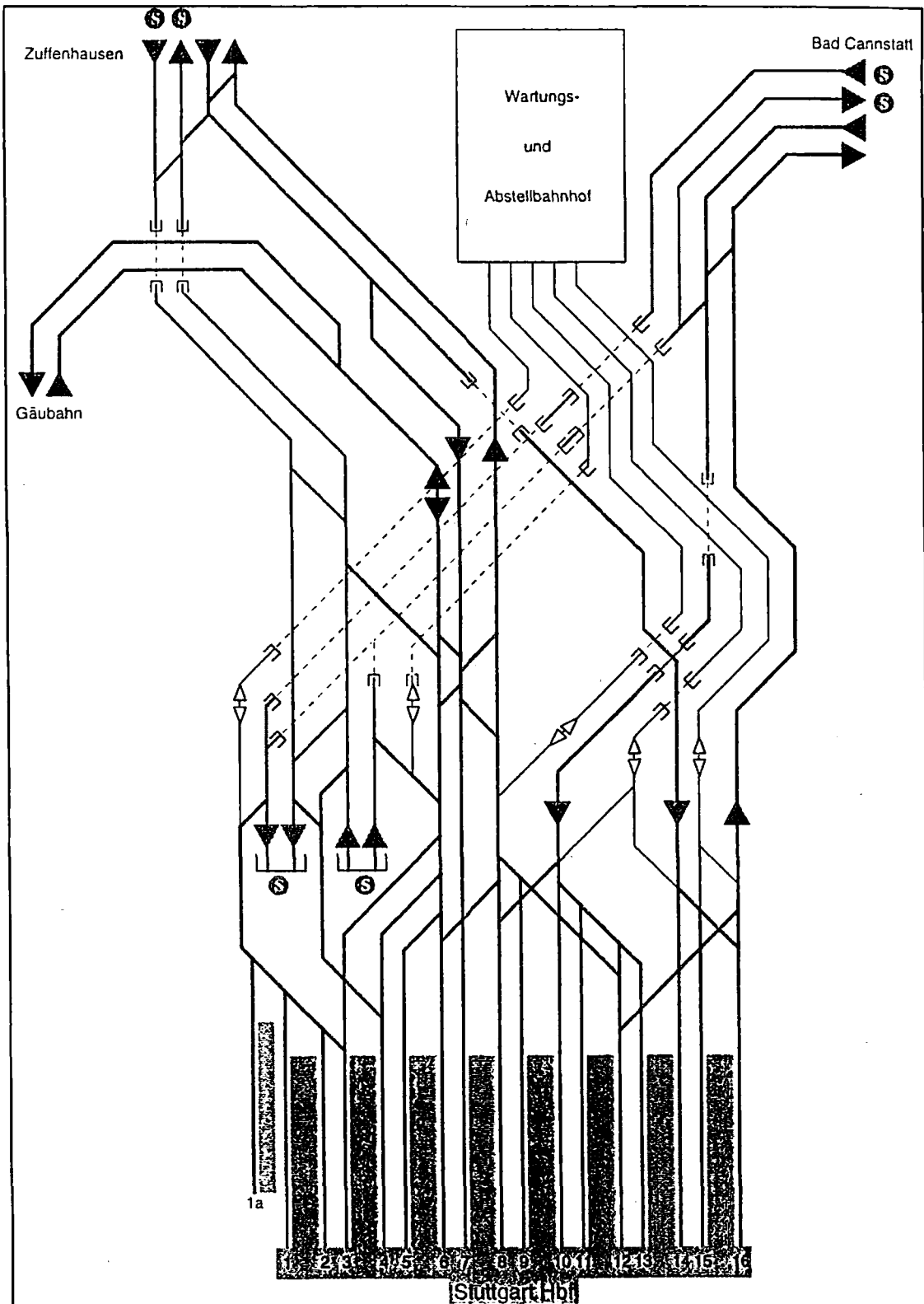


Abbildung 2-1: Schematischer Gleisplan des gegenwärtigen Zustands des Stuttgarter Hauptbahnhofs

Der Zulauf zum Hauptbahnhof bestimmt sich aber nicht nur aus den Kapazitäten im engeren Bereich des Hauptbahnhofs. Insbesondere die vorhandenen Mischbetriebsstrecken zwischen Fellbach und Backnang/Schorndorf sowie zwischen Rohr und Herrenberg, wo sowohl S-Bahn-Linien als auch Regional- und Fernverkehr sowie Güterverkehr abgewickelt werden, stellen ein Hindernis für die Umsetzung des ITF dar. Die vorhandenen Fahrplantrassen zwischen den in der HVZ im 15-Minuten-Takt verkehrenden S-Bahnen bieten nur sehr beschränkte Möglichkeiten, um andere Zuggattungen auf den Strecken zu fahren, ohne damit Rückwirkungen auf den S-Bahn-Betrieb zu erzeugen.

2.1.2 ITF ohne durchgebundene Linien

Wird für den Stuttgarter Hauptbahnhof ein ITF-Konzept unterstellt, bei dem im Regionalverkehr ein 30-Minuten-Takt eingehalten werden soll, so ergeben sich folgende Konsequenzen: aufgrund der acht von außen (jenseits der Vorbahnhöfe Bietigheim, Waiblingen, Plochingen und Böblingen) zulaufenden Strecken müßte gemäß dem ITF zur Symmetriezeit im Regionalverkehr jeweils ein Zug aus diesen Richtungen und in diese Richtungen fahren. Wird weiterhin davon ausgegangen, daß die Linien in Stuttgart enden, um Zugfolgeabhängigkeiten wie in Kapitel 1.4.2 beschrieben zu vermeiden, so werden mit den Rangierfahrten von und zum Abstellbahnhof 16 Bahnsteigkanten erforderlich. Das heißt, aufgrund der erforderlichen Bahnsteigkapazitäten können in diesem Fall bereits keine weiteren Anschlußbindungen für Fernverkehrszüge hergestellt werden. Es ergeben sich damit aus den acht Strecken insgesamt 16 Linien mit folgenden Laufwegen:

Linie	von	nach
1	Backnang	Stuttgart Hbf
2	Schorndorf	Stuttgart Hbf
3	Geislingen	Stuttgart Hbf
4	Tübingen via NBS	Stuttgart Hbf
5	Tübingen via Plochingen	Stuttgart Hbf
6	Böblingen via Gäubahn	Stuttgart Hbf
7	Vaihingen/Enz	Stuttgart Hbf
8	Heilbronn	Stuttgart Hbf

Linie	von	nach
9	Stuttgart Hbf	Backnang
10	Stuttgart Hbf	Schorndorf
11	Stuttgart Hbf	Geislingen
12	Stuttgart Hbf	Tübingen via NBS
13	Stuttgart Hbf	Tübingen via Plochingen
14	Stuttgart Hbf	Böblingen via Gäubahn
15	Stuttgart Hbf	Vaihingen/Enz
16	Stuttgart Hbf	Heilbronn

Tabelle 2-2: Linienführung bei 16 einzelnen Linien für den Kopfbahnhof Stuttgart

Aus Richtung Bad Cannstatt besteht die Möglichkeit, ab dem Bahnhof Bad Cannstatt das S-Bahn-Gleis Richtung Stuttgart Hbf für Regionalverkehrszüge mitzubenenutzen (Zugfolge der S-Bahn beträgt in der HVZ zwischen Hbf und Cannstatt 5 Minuten, diese Möglichkeit wird bereits heute genutzt) und so zwischen 2 S-Bahnen eine weitere Zufahrtsmöglichkeit insbesondere zu den Gleisen 1 bis 3 zu erhalten. Nach Bad Cannstatt können parallele Ausfahrten durch Falschfahrten auf dem zum Hauptbahnhof führenden Fernbahngleis erreicht werden. Der zeitliche Abstand von Rangierfahrten untereinander und zu Ein- und Ausfahrten wurde mit 2 Minuten angesetzt. Bei den gewählten Linienführungen und einer Zugfolgezeit von drei Minuten auf den Zulaufgleisen (die Reihenfolge im Zulauf auf den Hauptbahnhof ist hierbei frei gewählt, andere Reihenfolgen wären auch denkbar) ergeben sich damit die Ankunfts- und Abfahrtszeiten wie im Gleisbelegungsplan (Abbildung 2-2) dargestellt.

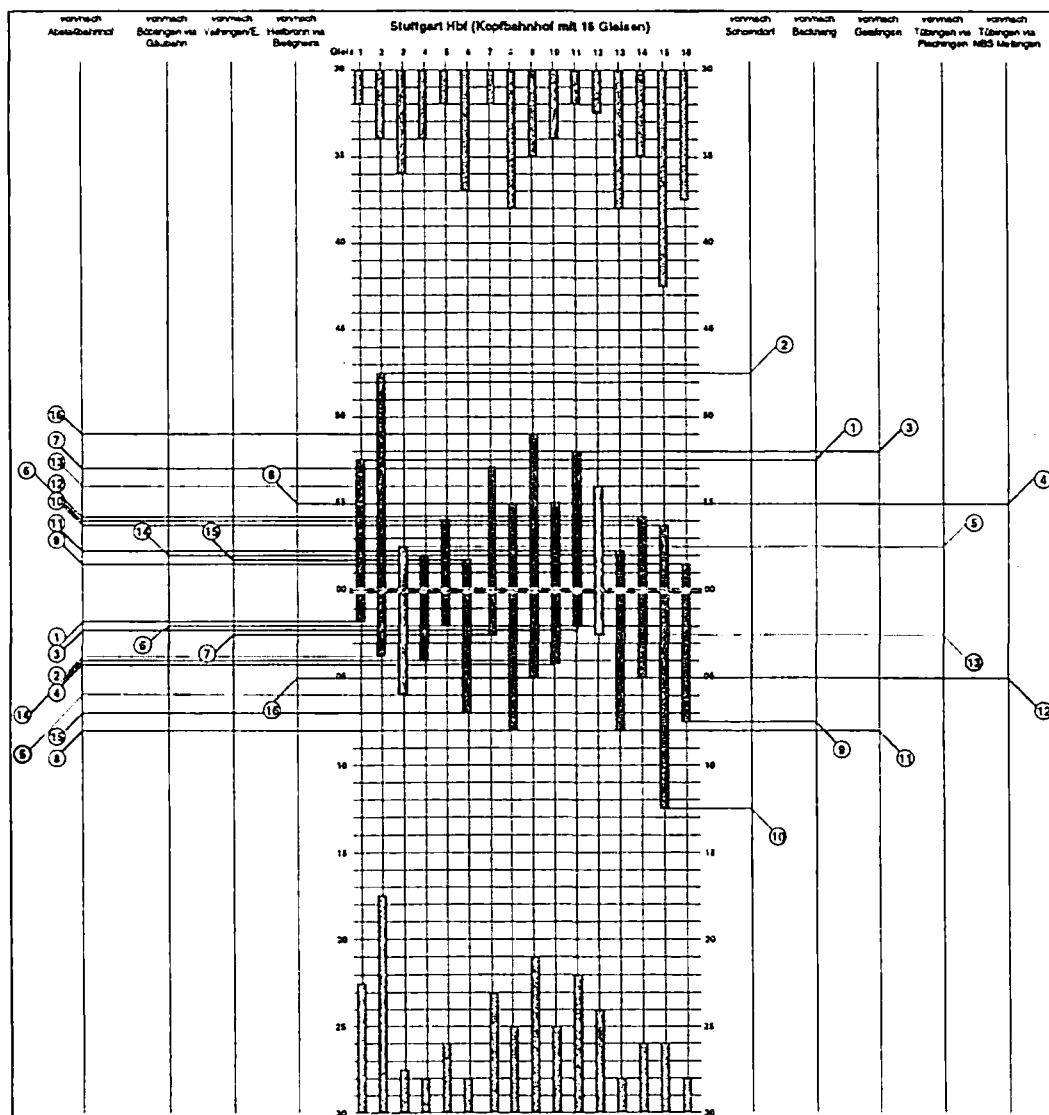


Abbildung 2-2: Gleisbelegungsplan für den Stuttgarter Hauptbahnhof bei 16 RegionalExpress-Linien

Aufgrund der Symmetrierung und der erforderlichen Nutzung der Fahrplantrassen auf der S-Bahn ergibt sich Bahnsteigbelegungszeiten zwischen 4 und 16,5 Minuten. Der Mittelwert der Umsteigezeiten zwischen Ankunft des einen Zuges und der Abfahrt des Anschlußzuges beträgt 12,5 Minuten (Tabelle 2-3).

<div> <div>Abfahrt zur Minute</div> <div>nach</div> <div>Ankunft zur Minute von</div> </div>		07	12	08	05	02	04	07	05
		Linie 9	Linie 10	Linie 11	Linie 12	Linie 13	Linie 14	Linie 15	Linie 16
53	Linie 1		19	15	12	9	11	14	12
48	Linie 2	19		20	17	14	16	19	17
52	Linie 3	15	20		13	10	12	15	13
55	Linie 4	12	17	13		7	9	12	10
58	Linie 5	9	14	10	7		6	9	7
56	Linie 6	11	16	12	9	6		11	9
53	Linie 7	14	19	15	12	9	11		12
55	Linie 8	12	17	13	10	7	9	12	

Tabelle 2-3: Umsteigezeiten für den Kopfbahnhof bei 16 einzelnen, nichtdurchgebundenen Linien

Im ungünstigsten Fall der Ankunft des ersten Zuges und der Abfahrt der Gegenrichtung eine Zeitspanne von 24 Minuten bzw. die Zeitdifferenz zwischen der Abfahrt des letzten Zuges des vorhergehenden Bündels und der Ankunft liegt bei nur 5 Minuten. Bei dem unterstellten 30-Minuten-Takt ergeben sich damit bei dieser Linienkonzeption selbst im Mittel große Aufenthaltszeiten, die in Verbindung mit der nicht gleichzeitig möglichen Anschlußbindung zum Fernverkehr dazu führen, daß diese Art des Angebots für diesen Knoten nicht den Kriterien eines ITF entspricht.

2.1.3 ITF mit durchgebundenen Linien

Werden die 16 Einzeläste der Zulaufstrecken zu 8 durchgebundenen Linien verknüpft, so ergibt sich die in Tabelle 2-4 und in Abbildung 2-3 dargestellte, aus vielen möglichen Kombi-

nationen gewählte Linienkonzeption, die auch den Planungen für Stuttgart 21 als Bestandteil des Betriebsprogramms zugrunde gelegt wurde.

Linie	von	über	nach
①	Vaihingen/Enz	Stuttgart Hbf	Geislingen
②	Heilbronn	Stuttgart Hbf	Horb via Gäubahn
③	Hessental	Stuttgart Hbf	Tübingen via NBS
④	Aalen	Stuttgart Hbf	Tübingen via Plochingen
⑤	Horb via Gäubahn	Stuttgart Hbf	Heilbronn
⑥	Tübingen via NBS	Stuttgart Hbf	Hessental
⑦	Tübingen via Plochingen	Stuttgart Hbf	Aalen
⑧	Geislingen	Stuttgart Hbf	Vaihingen/Enz

Tabelle 2-4: Linienführung bei acht durchgebundenen Linien am bestehenden Stuttgarter Hauptbahnhof

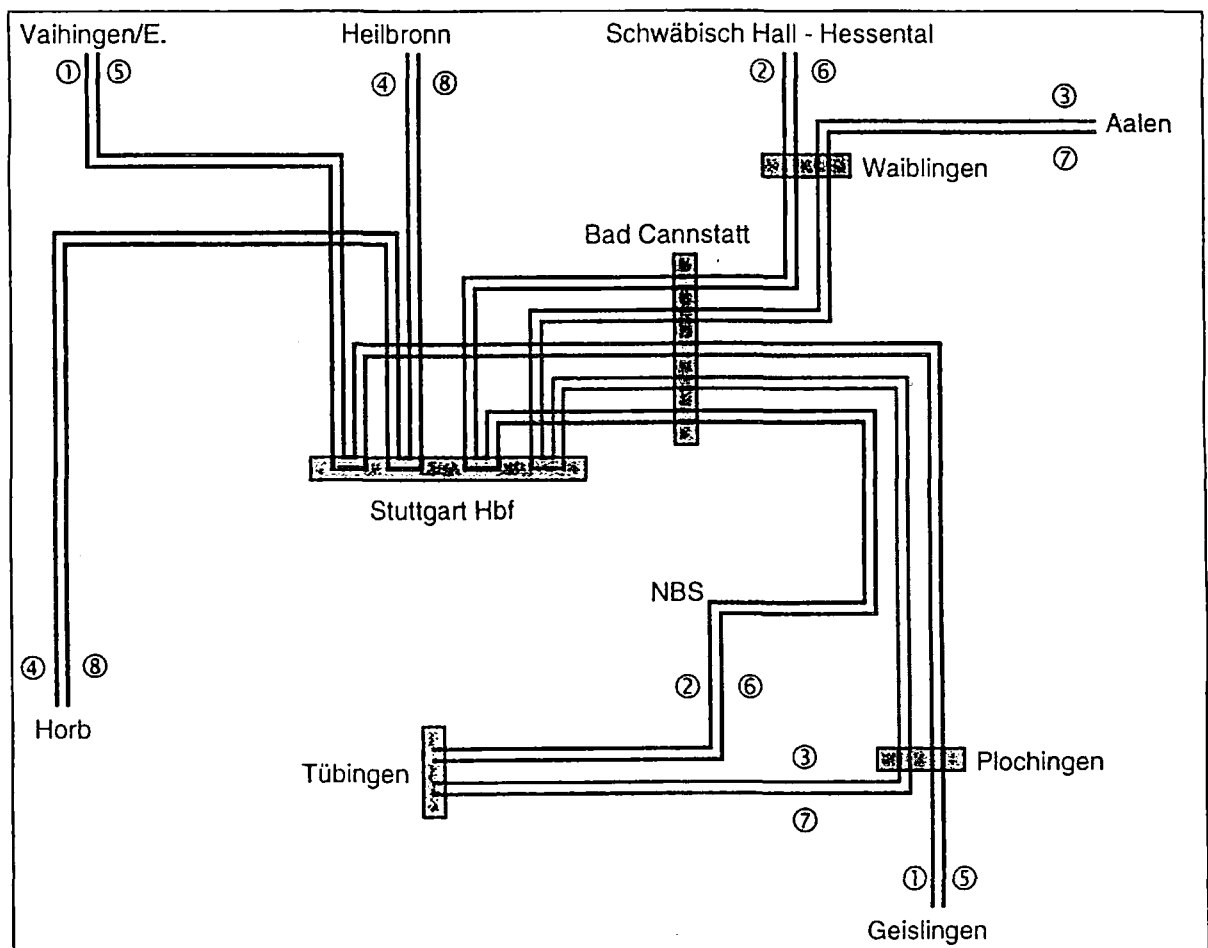


Abbildung 2-3: Linienkonzept mit durchgebundenen Linien für den Kopfbahnhof

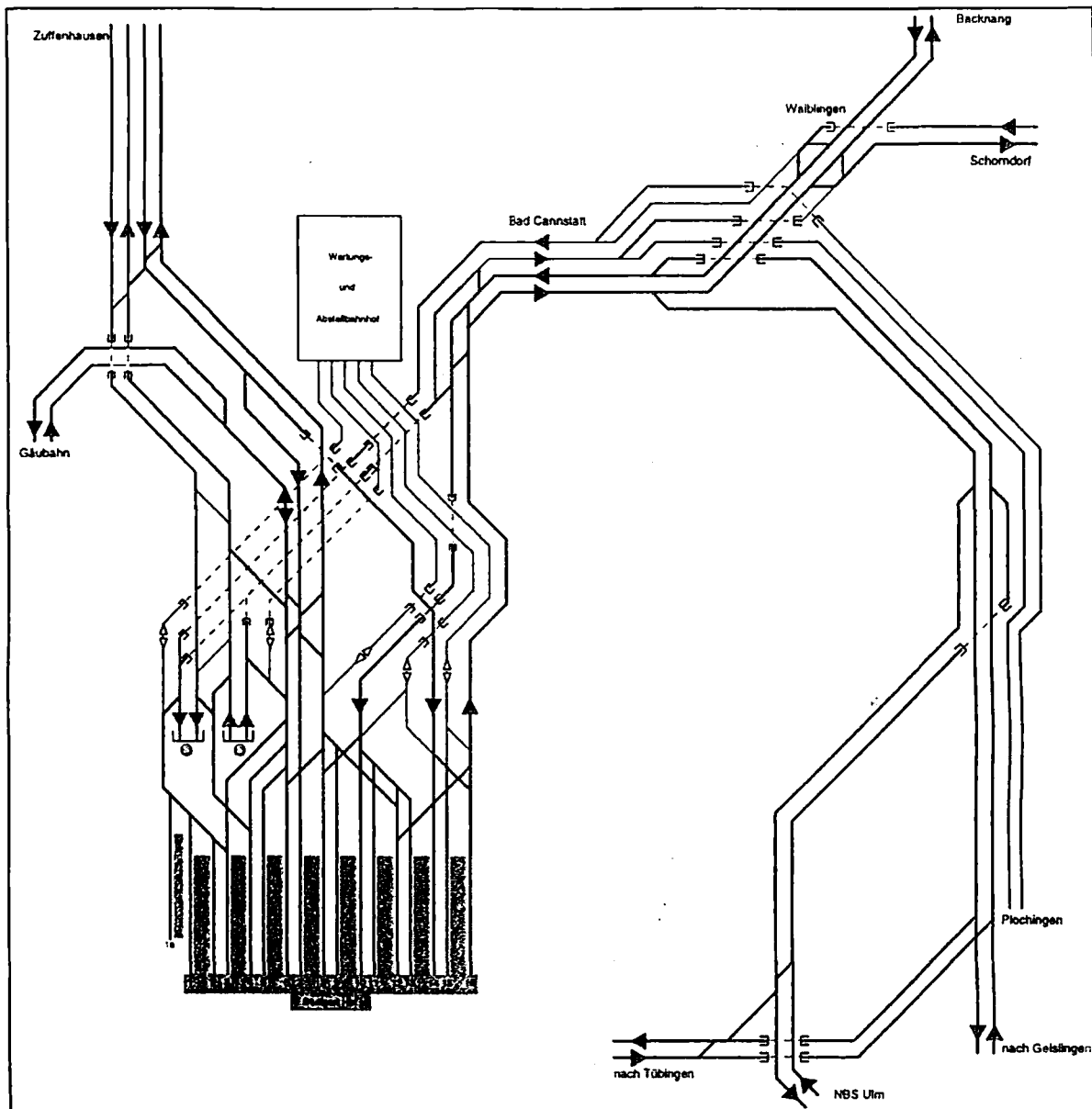


Abbildung 2-4: Zulaufstrecken und Gleisplan des Stuttgarter Kopfbahnhofs

Um die Linienverknüpfung Hessental - Tübingen zu bedienen, muß eine der beiden Linien über die S-Bahn-Gleise ab Bad Cannstatt abgewickelt werden, da sowohl die Ein- als auch die Ausfahrt in Richtung Bad Cannstatt stattfinden muß. Damit kann die Abfahrt dieser Linien nur zur Minute 2,5/ 7,5/ 12,5 usw. also zwischen zwei S-Bahn-Fahrplantrassen, liegen. Wenn Linie ② als letzte ankommen und damit als erste abfahren soll (Gegenrichtung entsprechend Linie ⑥), ergeben sich aufgrund der Zulaufstrecken Abbildung 2-4) folgende Abhängigkeiten der Zugfolge auf den Teillinien im Zulauf auf den Knoten Stuttgart:

- ⇒ Ankunftszeit von Linie ② = Minute 57,5
- ⇒ Abfahrtszeit von Linie ② = Minute 02,5
- ⇒ Ankunftszeit von Linie ⑥ = Minute 58,5
- ⇒ Abfahrtszeit von Linie ⑥ = Minute 02,5

Ankunftszeit von Linie ⑥ - 3 Minuten = Ankunftszeit von Linie ⑤

- ⇒ Ankunftszeit von Linie ⑤ = Minute 55
- ⇒ Abfahrtszeit von Linie ⑤ = Minute 05
- ⇒ Ankunftszeit von Linie ① = Minute 55
- ⇒ Abfahrtszeit von Linie ① = Minute 05

Ankunftszeit von Linie ⑤ - 3 Minuten = Ankunftszeit von Linie ⑦

- ⇒ Ankunftszeit von Linie ⑦ = Minute 52
- ⇒ Abfahrtszeit von Linie ⑦ = Minute 08
- ⇒ Ankunftszeit von Linie ② = Minute 52
- ⇒ Abfahrtszeit von Linie ② = Minute 08

Die Linie ④ und ⑧ benutzen die S-Bahn-Gleise von/nach Zuffenhausen zwischen Stuttgart Hbf und Pragtunnel/Zuffenhausen, d.h. der RegionalExpress fährt zwischen Pragtunnel/Zuffenhausen und Hauptbahnhof auf der Fahrplantrasse zwischen zwei S-Bahnen, womit die Ankunft bzw. Abfahrt durch den 15-Minuten-Takt bei der S-Bahn nur zur Minute 05,5 / 10,5 / 15,5 möglich ist.

Ankunftszeit von Linie ① - 3 Minuten = Ankunftszeit von Linie ④

- ⇒ Ankunftszeit von Linie ④ = Minute 49,5
- ⇒ Abfahrtszeit von Linie ④ = Minute 10,5
- ⇒ Ankunftszeit von Linie ⑧ = Minute 49,5
- ⇒ Abfahrtszeit von Linie ⑧ = Minute 10,5

Neben einer Reduzierung der erforderlichen Bahnsteigkapazitäten um die Hälfte auf acht Bahnsteigkanten, bieten die Durchbindungen den zusätzlichen Vorteil, daß von den 19 möglichen Relationen zwischen den sieben Vorbahnhöfen bereits vier durch Direktverbindungen abgedeckt werden. Für den Mittelwert der Aufenthaltszeiten (incl. Direktverbindungen) aus Tabelle 2-5 ergeben sich damit 13,0 Minuten. Dieser liegt geringfügig über dem in Kapitel 2.1.2 für 16 nichtdurchgebundene Linien ermittelten Wert von 12,5 Minuten. Diese Differenz

entsteht, da bei den durchgebundenen Linien die Zugfolge auf **beiden** vom Hauptbahnhof ausgehenden Linienästen berücksichtigt werden muß, was gegenüber den 16 Einzellinien zu größeren Wartezeiten der durchgebundenen Linien führt.

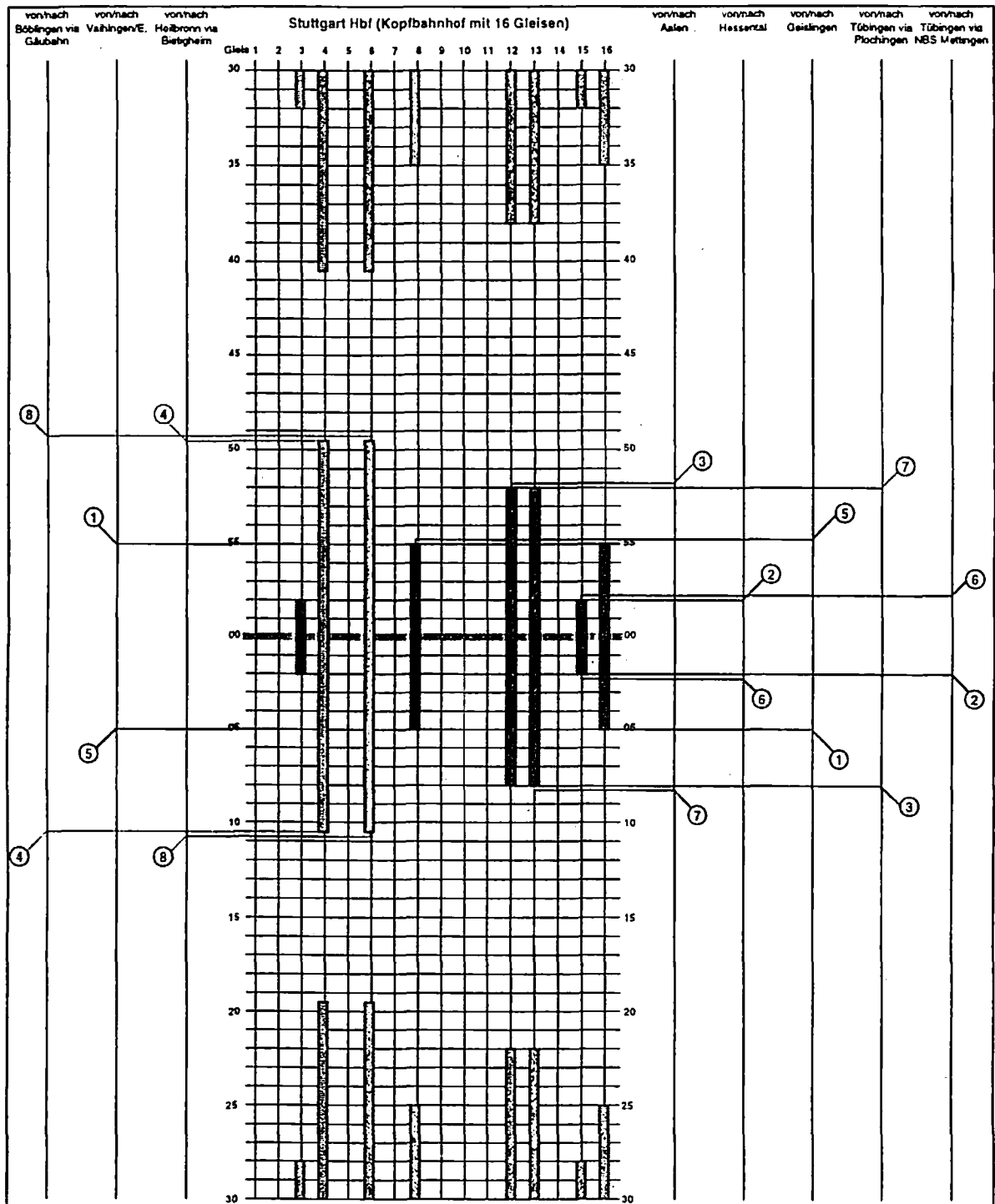


Abbildung 2-5: Gleisbelegungsplan für den Kopfbahnhof bei acht durchgebundenen RegionalExpress-Linien

Es muß allerdings gesagt werden, daß die hier gewählten Durchbindungen beispielhaften Charakter haben und nicht unter der Prämisse der besten *betrieblichen Durchführbarkeit* gewählt wurden, sondern im Rahmen der Machbarkeitsstudie als Variante mit dem größten *verkehrlichen Nutzen* errechnet wurden und damit für den Benutzer das Optimum der Durchbindungen darstellt.

<div> <div>Abfahrt zur Minute</div> <div>nach</div> <div>Ankunft zur Minute</div> <div>von</div> </div>		05	02,5	08	10,5	05	02,5	08	10,5
		Linie ①	Linie ②	Linie ③	Linie ④	Linie ⑤	Linie ⑥	Linie ⑦	Linie ⑧
55	Linie ①	10	7,5	13	15,5		7,5	13	15,5
57,5	Linie ②	7,5	5	10,5	13	7,5		10,5	13
52	Linie ③	13	10,5	16	18,5	13	10,5		18,5
49,5	Linie ④	15,5	13	18,5	21	15,5	13	18,5	
55	Linie ⑤		7,5	13	15,5	10	7,5	13	15,5
57,5	Linie ⑥	7		10	12,5	7	5	10	12,5
52	Linie ⑦	13	10,5		18,5	13	10,5	16	18,5
49,5	Linie ⑧	15,5	13	18,5		15,5	13	18,5	21

Tabelle 2-5: Aufenthalts- bzw. Umsteigezeiten für den Kopfbahnhof bei acht durchgebundenen Linien

Aufgrund der acht verbleibenden Bahnsteigkanten wäre bei dem hier gewählten Betriebskonzept eine Anschlußbindung an Züge des Fernverkehrs möglich. Fahrplantechnisch würde dies aber bedeuten, daß aufgrund der Zugfolge auf den Zulaufstrecken neben der Reihung der Züge im Regionalverkehr auch eine Reihung im Fernverkehr stattfinden muß. Dies führt zu einer Verschiebung der Ankunfts- bzw. Abfahrtszeiten der acht RE-Linien um drei Minuten (Mindestzugfolgezeit) je zusätzlichem Fernverkehrszug im Zulauf auf Stuttgart. Werden beispielsweise Anschlüsse zu einer ICE-Linie und zwei IR-Linien hergestellt, so führt dies aufgrund des Zulaufs über die Cannstatter Gleise zu einer Verschiebung um neun Minuten. Die Aufenthaltszeiten der Züge der Linien ③ und ⑦ würden von 21 auf 30 Minuten ansteigen, was bei einem 30-Minuten-Takt dazu führt, daß bei der Abfahrt des letzten Zuges aus dem ersten Linienbündel bereits der Zug des darauffolgenden Taktes in den Bahnhof einfährt. Auch hier zeigt sich aufgrund der Randbedingungen des Stuttgarter Kopfbahnhofs, daß eine strikte Ausbildung des Fahrplans gemäß ITF hier nicht sinnvoll erscheint.

2.2 Situation in einem zukünftigen Durchgangsbahnhof

In Abbildung 2-6 ist der geplante Durchgangsbahnhof sowie der Filderbahnhof Flughafen mit den Zulaufstrecken als Schema entsprechend der Antragstrasse im Raumordnungsverfahren zu Stuttgart 21 dargestellt.

Gegenüber der Situation am bestehenden Kopfbahnhof werden durch den neuen Durchgangsbahnhof die Zulaufstrecken entzerrt, d.h. insbesondere im Abschnitt Hauptbahnhof - Bad Cannstatt werden nur noch die Zugläufe nach Hessental und Aalen geführt.

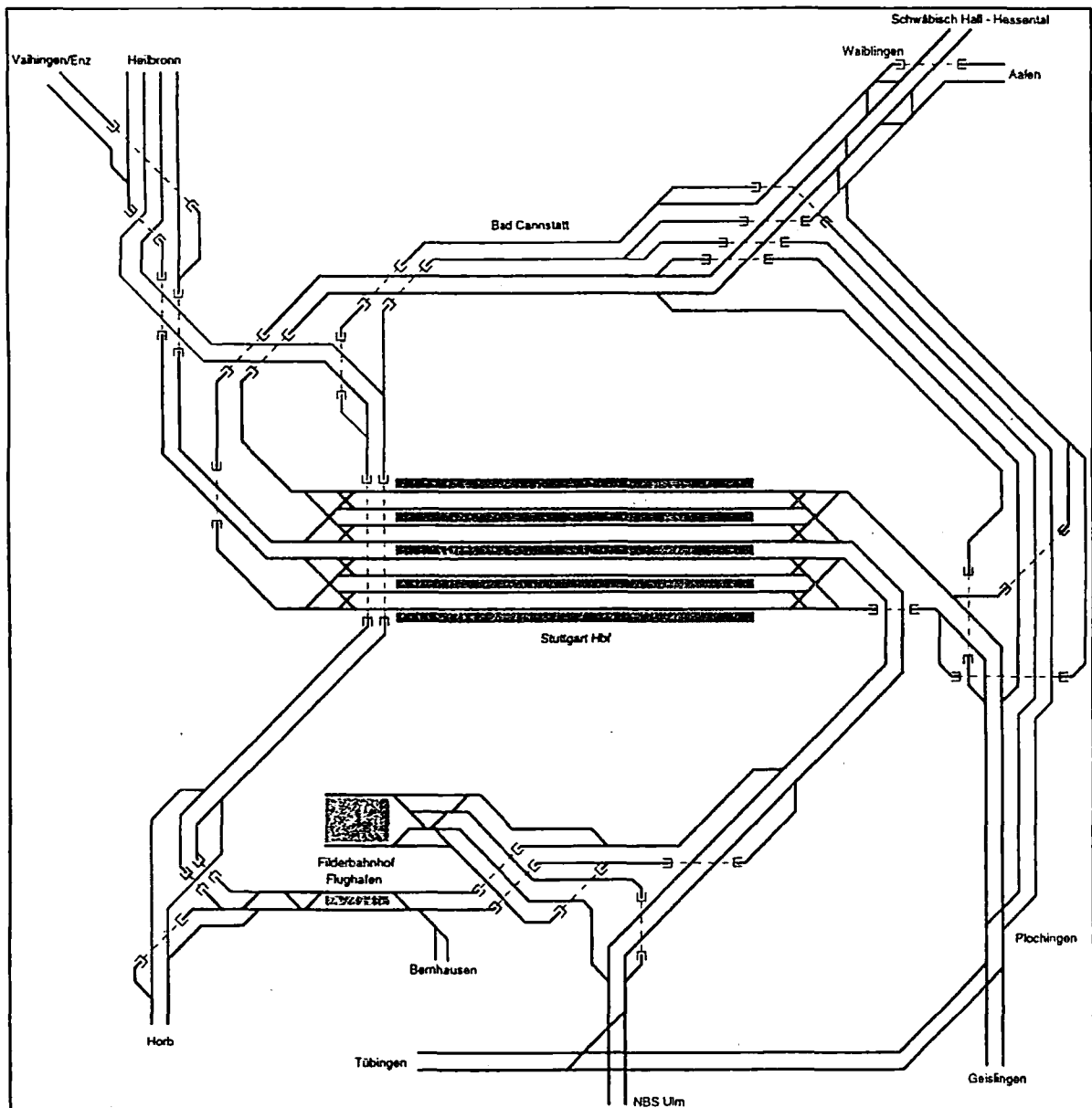


Abbildung 2-6: Gleisplanschema des Hauptbahnhofs und seiner Zulaufstrecken bei Stuttgart 21

Die Strecke nach Plochingen - Geislingen /- Tübingen wird über die sogenannte Wangener Kurve geführt, die Züge über die NBS nach Tübingen und nach Horb auf der Neubaustrecke Richtung Flughafen. Damit besteht gegenüber dem Kopfbahnhof kein Engpaß mehr in den Zufahrtsmöglichkeiten zum Gleisvorfeld.

Wenn für den Regionalverkehr das Bedienungskonzept aus Kapitel 2.1.3 (acht durchgebundene Linien) herangezogen wird, ergeben sich je Zulaufstrecke jeweils zwei Züge pro Richtung (Abbildung 2-7) .

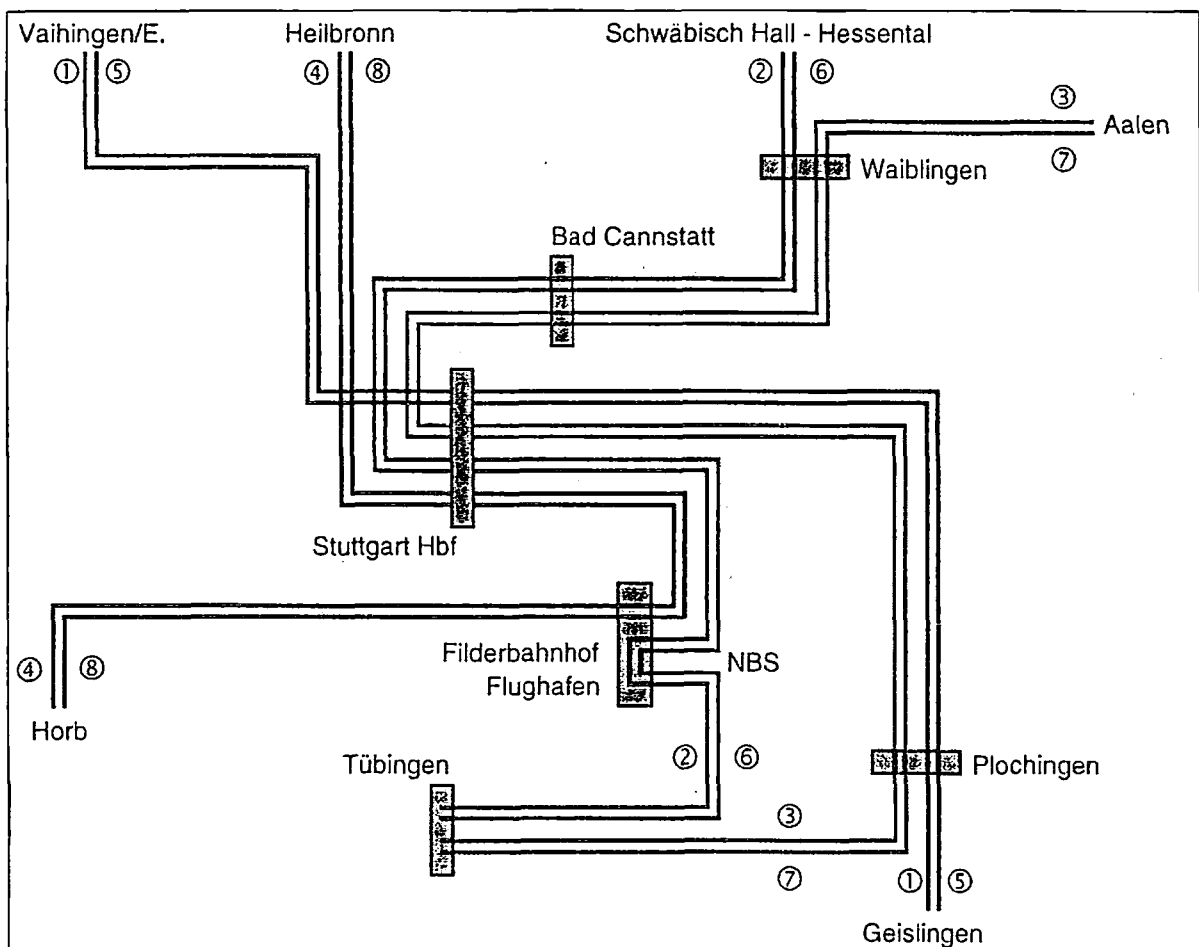


Abbildung 2-7: Linienkonzept für acht durchgebundene RE-Linien für den Durchgangsbahnhof

Aufgrund der Durchbindungen, die zwar verkehrlich optimal sind, betrieblich aber zu Kreuzungen von Zugläufen im Gleisvorfeld des Hauptbahnhofs führen, entstehen jeweils auf beiden Teillinien der einzelnen Linien ab Stuttgart Abhängigkeiten der einzelnen Linien untereinander.

Wenn Linie ② als letzte ankommen und damit als erste abfahren soll (Gegenrichtung entsprechend Linie ⑥) ergeben sich die folgenden Gleichungen:

⇒ Ankunftszeit von Linie ② = Minute 58

⇒ Abfahrtszeit von Linie ② = Minute 02

⇒ Ankunftszeit von Linie ⑥ = Minute 58

⇒ Abfahrtszeit von Linie ⑥ = Minute 02

Ankunftszeit von Linie ② - 3 Minuten = Ankunftszeit von Linie ③

⇒ Ankunftszeit von Linie ③ = Minute 55

⇒ Abfahrtszeit von Linie ③ = Minute 05

⇒ Ankunftszeit von Linie ⑦ = Minute 55

⇒ Abfahrtszeit von Linie ⑦ = Minute 05

Ankunftszeit von Linie ⑥ - 3 Minuten = Ankunftszeit von Linie ⑧

⇒ Ankunftszeit von Linie ⑧ = Minute 55

⇒ Abfahrtszeit von Linie ⑧ = Minute 05

⇒ Ankunftszeit von Linie ④ = Minute 55

⇒ Abfahrtszeit von Linie ④ = Minute 05

Abfahrtszeit von Linie ② + 3 Minuten = Abfahrtszeit von Linie ①

Ankunftszeit von Linie ④ ± 3 Minuten = Ankunftszeit von Linie ①

⇒ Ankunftszeit von Linie ⑤ = Minute 52

⇒ Abfahrtszeit von Linie ⑤ = Minute 08

⇒ Ankunftszeit von Linie ① = Minute 52

⇒ Abfahrtszeit von Linie ① = Minute 08

Der Mittelwert der Umsteige- und Aufenthaltszeiten im Durchgangsbahnhof (Tabelle 2-6) ist bei dem gleichen unterstellten Linienkonzept mit 10,0 Minuten um etwa ein Viertel niedriger als der Mittelwert beim Kopfbahnhof (13 Minuten). Dies ist auf die beim Durchgangsbahnhof gleichmäßige Auslastung der Zulaufstrecken und die daraus resultierenden geringeren Abhängigkeiten im Zulauf auf den Hauptbahnhof zurückzuführen. Ebenso reduzieren sich die längsten Aufenthaltszeiten der Linien von 18,5 Minuten (Kopfbahnhof) auf 16 Minuten (Durchgangsbahnhof). Weiterhin ist zu sagen, daß die beim Kopfbahnhof notwendige Mitnutzung der S-Bahn-Gleise beim Durchgangsbahnhof nicht notwendig ist.

Ankunft zur Minute Abfahrt zur Minute nach von		08	02	05	05	08	02	05	05
		Linie ①	Linie ②	Linie ③	Linie ④	Linie ⑤	Linie ⑥	Linie ⑦	Linie ⑧
52	Linie ①	16	10	13	13		10	13	13
58	Linie ②	10	4	7	7	10		7	7
55	Linie ③	13	7	10	10	13	7		10
55	Linie ④	13	7	10	10	13	7	10	
52	Linie ⑤		10	13	13	16	10	13	13
58	Linie ⑥	10		7	7	10	4	7	7
55	Linie ⑦	13	7		10	13	7	10	10
55	Linie ⑧	13	7	10		13	7	10	10

Tabelle 2-6: Aufenthalts- bzw. Umsteigezeiten für den Durchgangsbahnhof bei acht durchgebundenen Linien

Damit ergibt sich für den Durchgangsbahnhof bei dem hier gewählten Betriebsprogramm der in Abbildung 2-8 dargestellte Gleisbelegungsplan. Bei einem 30-Minuten-Takt ergibt sich zwischen den einzelnen Linienbündeln ein Abstand der Linien Bündel von 14 Minuten (9 Minuten beim Kopfbahnhof), d.h. die Zeit, in der die Bahnsteigkanten belegt sind, sind in etwa gleich lang wie die Zeiten, wo keine Belegung durch die acht Linien stattfindet. Aufgrund der acht geplanten Bahnsteiggleise ist eine Verknüpfung der RE-Linien mit Produkten des Fernverkehrs zur gleichen Zeit bei Benutzung der Bahnsteigkanten durch je einen Zug nicht möglich.

Eine eventuellen Doppelbelegung der Bahnsteiggleise durch je zwei RE-Züge, welche die Möglichkeit bietet, eine Anschlußbindung zum Fernverkehr auf den dann verbleibenden vier unbelegten Bahnsteiggleisen zu realisieren scheidet hier aus. Diese Doppelbelegung ist bei einem Durchgangsbahnhof bei Zügen im symmetrischen ITF-Schema nicht möglich, da der erste in das Bahnsteiggleis einfahrende Zug später abfahren muß, als dies beim zweiten in das gleiche Gleis einfahrenden Zug der Fall ist. Diese Art der Doppelbelegung wäre lediglich in einem Kopfbahnhof realisierbar, da dort die Ausfahrten in der Gegenrichtung stattfinden und der später ankommende Zug in der Gegenrichtung früher ausfahren kann, wobei aber Begrenzungen in der Zuglänge und damit in der Transportkapazität zu berücksichtigen sind.

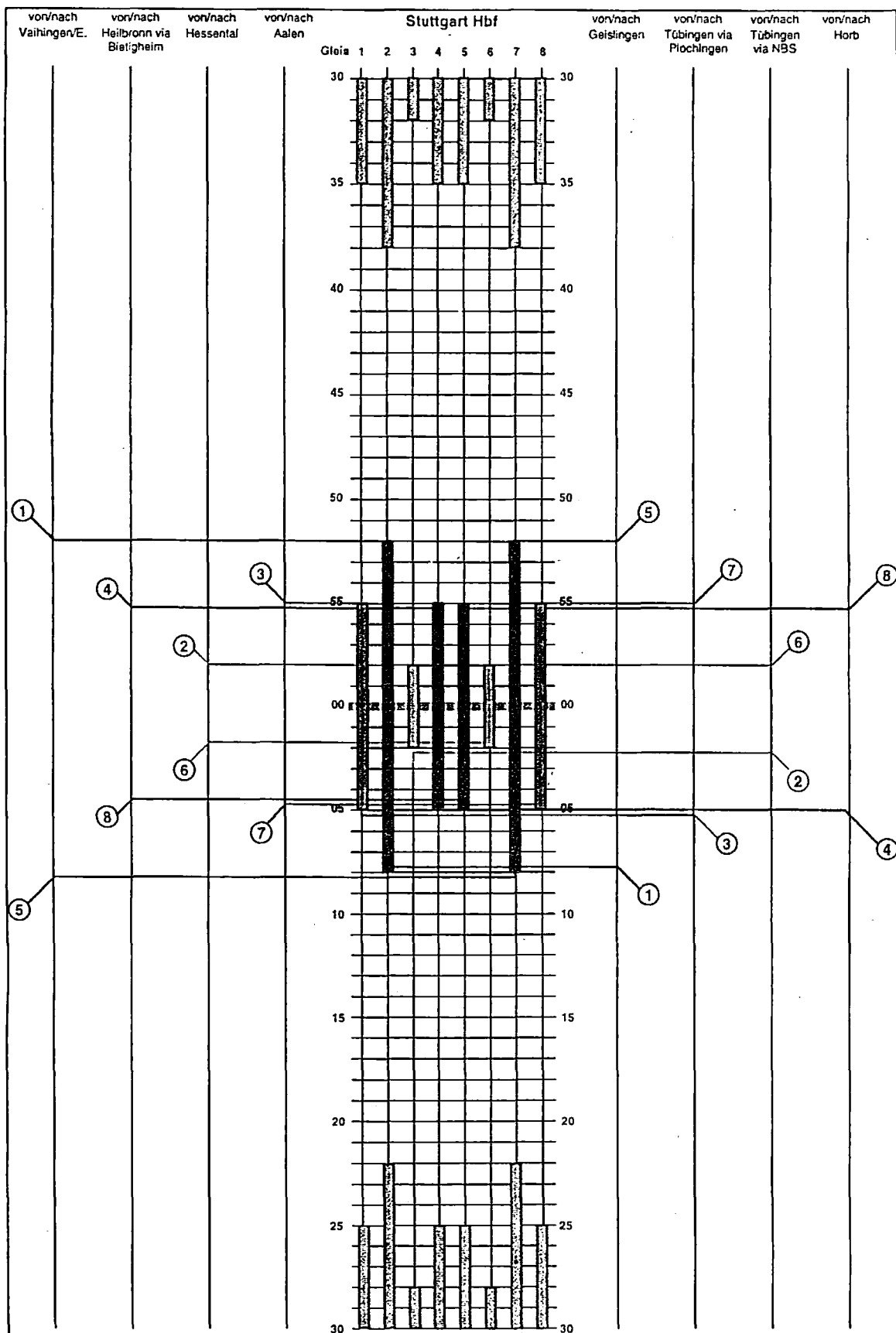


Abbildung 2-8: Gleisbelegungsplan für acht durchgebundene RE-Linien für den achtgleisigen Durchgangsbahnhof bei einem Zug je Bahnsteigkante

Das bedeutet, daß in dem geplanten Durchgangsbahnhof zur Anschlußbindung der RE-Linien an den Fernverkehr mehr Bahnsteiggleise zur Verfügung stehen müßten. Unterstellt man diese, so würde wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln gezeigt, aufgrund der Beschränkungen im Zulauf auf Stuttgart jede Linie des Fernverkehrs eine Verschiebung der darauf folgenden RE-Linie um drei Minuten aus der Fahrplanlage bedeuten. Dadurch verringert sich der Abstand zwischen den Linienbündeln um jeweils sechs Minuten je Fernverkehrslinie; was z.B. bei zwei Fernverkehrslinien (ICE nach München, IC Zürich) bereits zu einer Verkürzung des Abstandes der RE-Linienbündel um 12 Minuten führt auf lediglich 2 Minuten führt.

Auch in einem Durchgangsbahnhof gleich welcher Gleiskapazität ist die Umsetzung eines ITF in Reinform unsinnig, da die Aufenthaltszeiten der einzelnen durchgebundenen Züge derart groß werden, daß kein marktgerechtes Angebot für den Kunden mehr vorliegt

Die mögliche Durchführung eines ITF durch die Trennung der Linienbündel von Regional- und Fernverkehr besteht zwar (Reduzierung der Aufenthaltszeiten im Bahnhof), der eigentliche Gedanke der Anschlußbindung zum Fernverkehr im ITF und damit der Optimierung des Angebots im gesamten System Eisenbahn geht dadurch aber verloren. Dies führt in für Umsteigebeziehungen zwischen Fern- und Regionalverkehr zu erheblichen Wartezeiten, insbesondere wenn in Normalverkehrszeiten die RE-Linien gegenüber der HVZ nur im Stundentakt bedient werden.

2.3 Situation auf den Zulaufstrecken zum Hauptbahnhof

Neben den Kapazitäten des Stuttgarter Hauptbahnhofs stellen insbesondere die im Mischbetrieb genutzten Zulaufstrecken Engpässe dar. Durch den in der HVZ vorhandenen 15-Minuten-Takt der S-Bahn können die Fahrplantrassen für Züge des Fernverkehrs und des Regionalverkehrs lediglich zwischen die Fahrplantrassen der S-Bahn gelegt werden. Wenn gemäß einem ITF zusätzlich die Trassen der Fernverkehrszüge berücksichtigt werden müssen, entstehen Zwänge aus den Streckenfahrplänen gegenüber den Abfahrtsplan des nächsten Knotens für den ITF. Die Kantenfahrzeit kann also nicht optimal für den ITF ausgerichtet werden, da neben den Bedingungen aus dem ITF-Gefüge für die übergeordneten Züge auch die Fahrpläne der S-Bahn berücksichtigt werden müssen.

In Abbildung 2-9 ist ein fiktives Beispiel für einen Abschnitt A bis E einer zweigleisigen Strecke mit S-Bahn-Mischbetrieb dargestellt. Neben einer im 15-Minuten-Takt verkehrenden S-Bahn-Linie benutzt eine im 30-Minuten-Takt verkehrende RE-Linie sowie eine stündliche IR-Linie die Strecke. Die IR befahren den Streckenabschnitt ohne Halt, die RegionalExpress-Züge halten in A und E und die S-Bahn bedient jeden Zwischenhalt. Es zeigt sich, daß sowohl die Fahrplanlage der S-Bahn (vier Minuten Aufenthalt in C) als auch die Fahrplanlage der IR und RE (Überholung der S-Bahn durch RE in C, Einpassen der Trasse des IR zwischen zwei S-Bahnen) durch den Mischbetrieb beeinträchtigt werden. D.h. zum einen entstehen für die S-Bahn-Fahrgäste zusätzliche Reisezeiten durch die RE-Überholung, andererseits muß die Geschwindigkeit der RE und IR derart angepaßt werden, daß kein Konflikt mit den S-Bahn-Fahrplanlagen entsteht (diese Problematik ist u. a. auch im Gutachten zur Einführung des 15-Minuten-Taktes der S-Bahn im Verkehrsverbund Stuttgart beschrieben [3][4]).

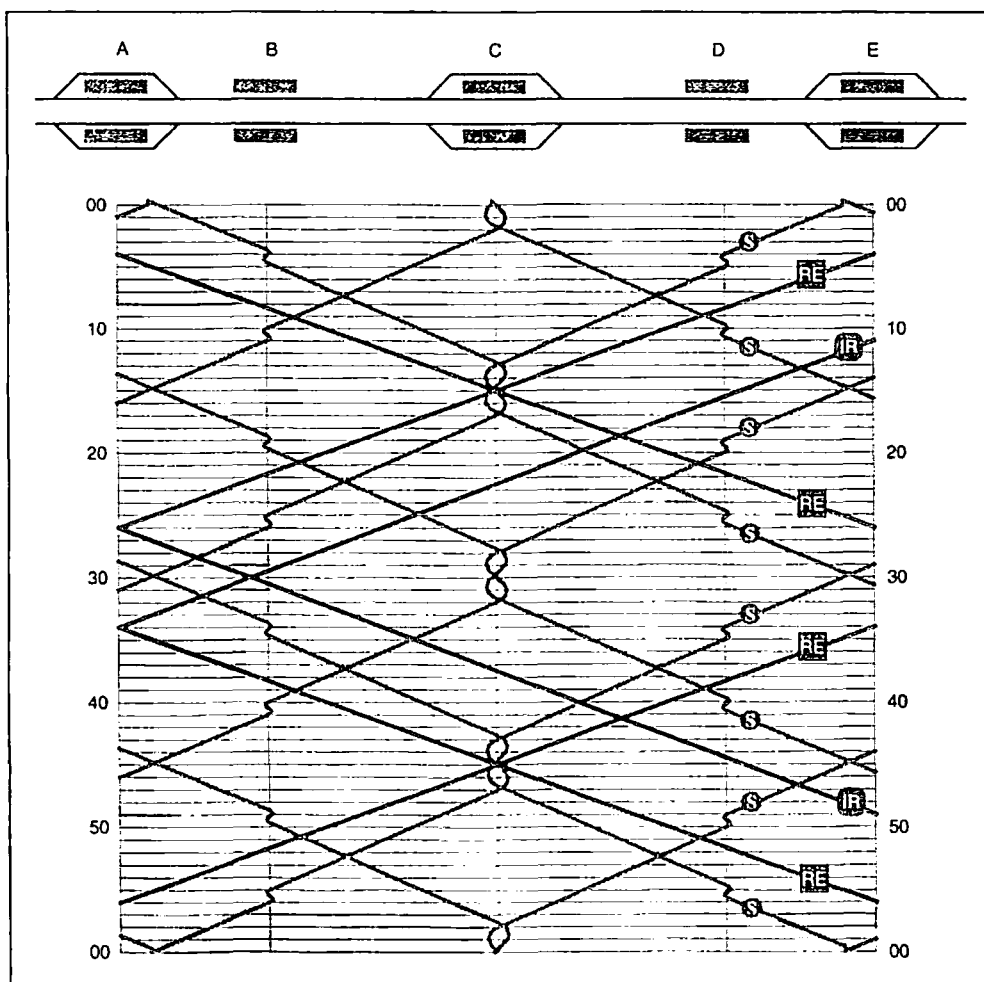


Abbildung 2-9: Bildfahrplan einer fiktiven Strecke A - E mit Mischbetrieb

Bezogen auf eine ITF-Planung bedeutet dies eine starke Einschränkung der möglichen Kantenfahrzeiten für die Züge zwischen den Systemknoten im ITF.

Die Einschränkungen durch den Mischbetrieb treten im Raum Stuttgart besonders im Zulauf aus dem Nordosten auf, da in Waiblingen zwei Mischbetriebsstrecken zusammentreffen (Abbildung 2-10). Von dort ausgehend stehen zwar bis Stuttgart Hbf getrennte S-Bahn- und Fernverkehrsgleise zur Verfügung, das Einpassen der Trassen des Regional- und Fernverkehrs zwischen die S-Bahn-Trassen wird aber durch die Strecken nach Backnang und Schorndorf bestimmt. D.h. trotz der zwischen Waiblingen und Stuttgart Hbf vorhandenen separaten S-Bahn-Gleise entstehen Restriktionen bei der Lage von Fern- und Regionalverkehrszügen. Zusätzlich werden die Strecken auch im Güterverkehr genutzt, was zu weiteren Fahrplankonflikten führt.

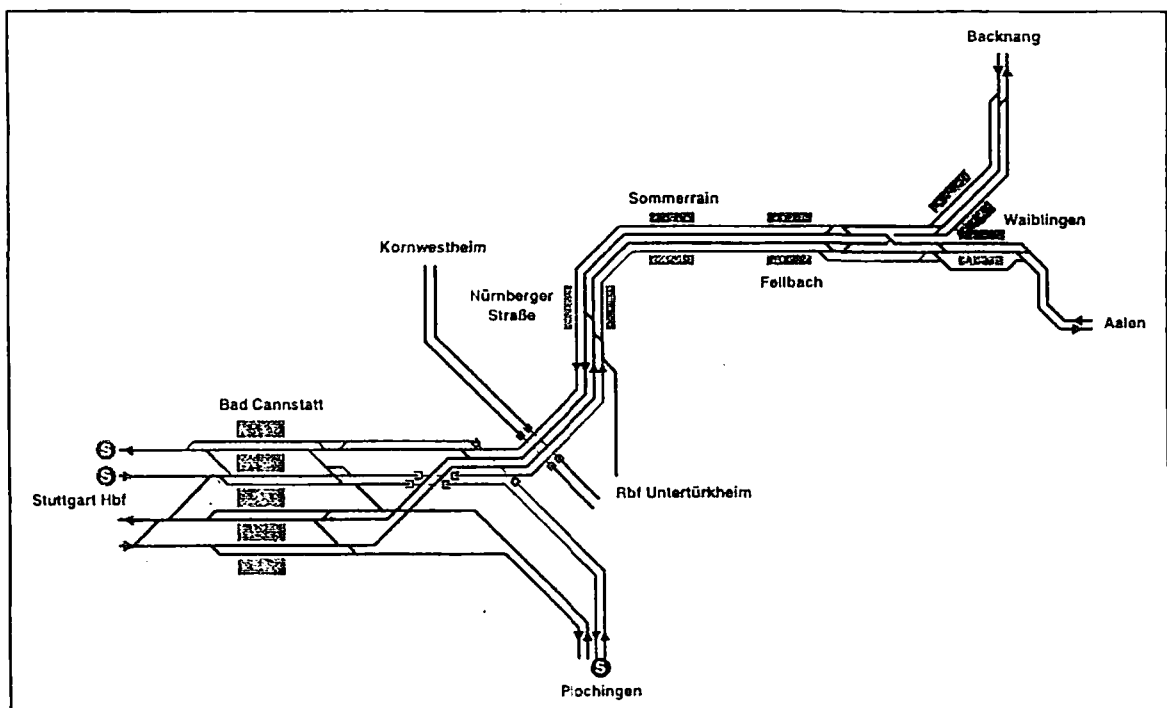


Abbildung 2-10: Zulaufstrecken von Waiblingen und Plochingen nach Bad Cannstatt

Rückwirkungen ergeben sich damit beim bestehenden Kopfbahnhof auch auf die Fahrplanelagen der RE- und Fernverkehrszüge Richtung Plochingen, da ab Bad Cannstatt die gleichen Zulaufgleise zum Hauptbahnhof benutzt werden.

Ähnliche Abhängigkeiten und Restriktionen ergeben sich auf der Gäubahn zwischen Vaihingen und Herrenberg (Abbildung 2-11). Neben dem Mischbetrieb von S-Bahn und Regional-

bzw. Fernverkehr wird aus Richtung Horb bis Böblingen die Strecke zusätzlich durch den Güterverkehr in Richtung Kornwestheim via Renningen genutzt.

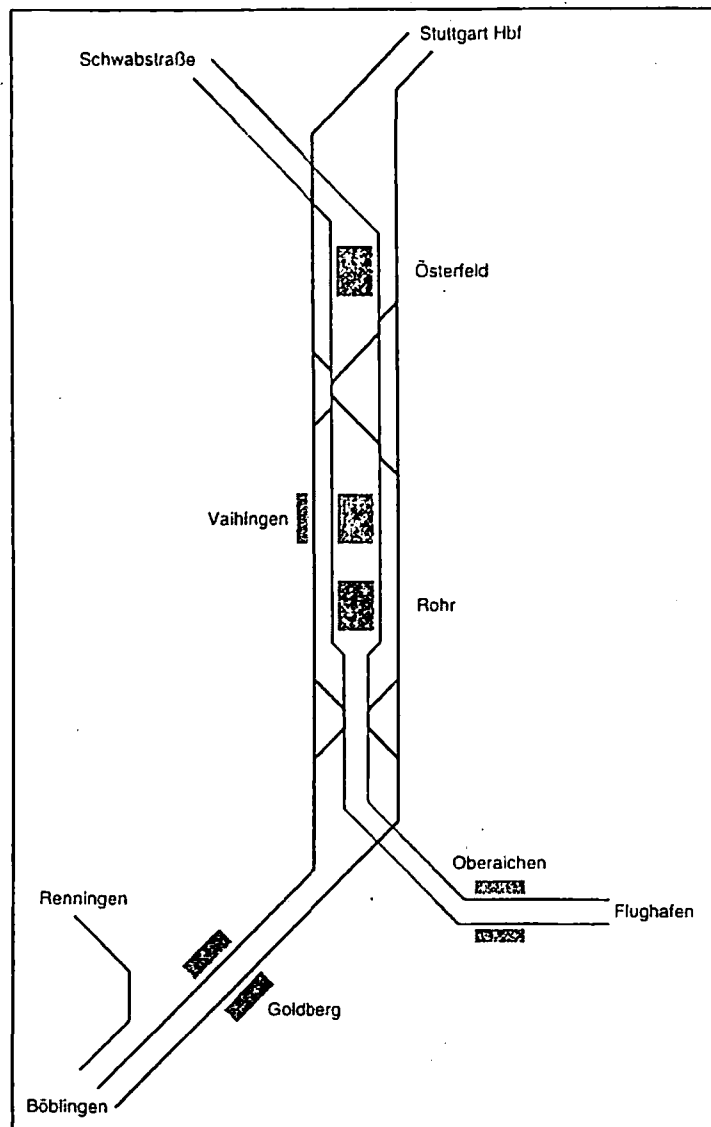


Abbildung 2-11: Zulaufstrecken von Böblingen und Flughafen

Ab Rohr stehen zwei separate S-Bahn-Gleise zur Verfügung, die zusätzlich die S-Bahn-Linien zum Flughafen aufnehmen müssen. Der kritische Abschnitt für die Leistungsfähigkeit der Strecke liegt somit zwischen Herrenberg (Endpunkt der S-Bahn) und Böblingen (Ausfädelung der Güterzugstrecke nach Renningen). Die im Rahmen des Projekts Stuttgart 21 geplante Führung der Fernverkehrs- und Regionalverkehrszüge über die Rohrer Verbindungskurve stellt gegenüber dem bisherigen Zustand der Gäubahn keine Änderung der Belastung der Zulaufstrecken zum Hauptbahnhof dar, wenn wie geplant davon ausgegangen wird, daß

nur eine S-Bahn-Linie zum Flughafen geführt wird. Das für den Zulauf aus Nordosten Gesagte gilt hier analog.

Die restlichen Zulaufstrecken von Bietigheim und Plochingen weisen von den S-Bahn-Endpunkten durchgehende separate S-Bahn-Gleise auf, so daß dort zumindest eine Entmischung der S-Bahn vorliegt und somit die Einschränkungen aus dem Mischbetrieb aufgrund des S-Bahn-Taktes weitgehend entfallen.

Die für Stuttgart 21 geplanten Änderungen der Zulaufstrecken wirken positiv auf die Leistungsfähigkeit im Fern- und Regionalverkehr. Insbesondere die direkte Einführung der Gleise aus Richtung Esslingen über die Wangener Kurve zum Hauptbahnhof sowie die damit verbundene Reduzierung der Zugzahlen über Bad Cannstatt schafft aufgrund der geringeren Zahl von Zugfolgefällen auf der Strecke Hbf - Bad Cannstatt eine größere Flexibilität bei der Fahrplangestaltung. Durch die Einführung der NBS aus Richtung Ulm werden zusätzlich die Fahrten des Hochgeschwindigkeitsverkehrs sowie ein Teil des Verkehrs nach Tübingen vom Neckartal auf die NBS verlagert und damit eine gleichmäßigere Auslastung der Strecken und eine Reduzierung der Zugfolge erreicht.

3 Vergleich von Art und Umfang des Betriebsprogrammes Stuttgart 21 mit dem ITF

Dem Betriebsprogramm für Stuttgart 21 wurde der für das Jahr 1998 vom Unternehmensbereich Fernverkehr sowie von der DB-Projektgruppe Nahverkehr neu (NVN) erstellte Integrale Taktfahrplan (ITF) zugrundegelegt. Ergänzend dazu wurde die für die Planungen zu Stuttgart 21 im ITF noch nicht enthaltene NBS Stuttgart – Ulm als realisiert unterstellt. Für das Betriebsprogramm von Stuttgart 21 wurden zudem Anpassungen des ITF für den bestehenden Kopfbahnhof an einen zukünftigen Durchgangsbahnhof vorgenommen. In Abstimmung mit der DB wurden unter der Prämisse, möglichst wenig Änderungen am ITF von/nach Norden und Westen wegen der dortigen Netzbindungen vorzunehmen, die Ankunfts- und Abfahrtszeiten aus dem ITF in diesen Richtungen beibehalten. Aufgrund der geänderten Situation im Kopfbahnhof mußten daher die Fahrplanzeiten nach/von Süden entsprechend angepaßt werden, um die Vorteile eines Durchgangsbahnhofs nutzen zu können.

Durch die gleichzeitig möglichen Ein- und Ausfahrten in/aus dem neuen Durchgangsbahnhof (Fahrstraßenausschlüsse in dem Maße, wie es im Kopfbahnhof der Fall ist, treten dort nicht auf) besteht dann grundsätzlich die Möglichkeit, einzelne, bisher in Stuttgart endende Linien vor allem des Regionalverkehrs als Durchmesserlinien mit kurzen Aufenthaltszeiten weiterzuführen.

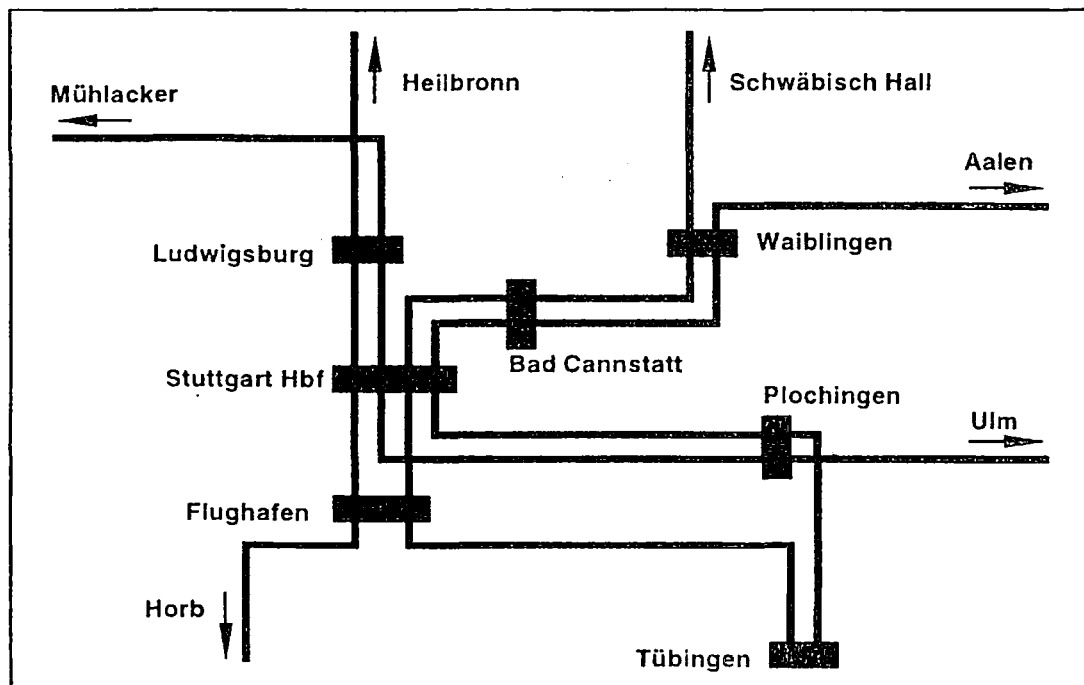


Abbildung 3-1: Durchbindungen der RE-Linien bei Stuttgart 21

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie für Stuttgart 21 [5] wurde für insgesamt 38 verschiedene Durchbindungskombinationen von je zwei auf Stuttgart zulaufenden RE-Linien eine verkehrliche Berechnung mit dem Ziel durchgeführt, mit einem Verkehrsmodell eine Rangfolge für die verkehrlich sinnvollsten Durchbindungen zu erhalten.

Die Anzahl der Züge aus dem Betriebsprogramm für Stuttgart 21 (Abbildung 3-2) ist gleich oder höher als das Angebot das für den ITF nördliches Baden-Württemberg - Zwischenstufe - unterstellt ist (Abbildung 3-3). Neben zusätzlichen Zügen im Fernverkehr nach Stuttgart entstehen aufgrund der durchgebundenen RE-Linien und eines Halbstunden-Takts gegenüber dem ITF weitere Angebote im Regionalverkehr. Im ITF nördliches Baden-Württemberg sind keine Aussagen hinsichtlich der Angebotsausweitung gegenüber der Zwischenstufe gemacht, sondern die Zielstufe bezieht sich auf Infrastrukturmaßnahmen, um optimale Kantenfahrzeiten zu erreichen. Deshalb ist davon auszugehen, daß das Angebot der Zwischenstufe dem der Zielstufe entspricht.

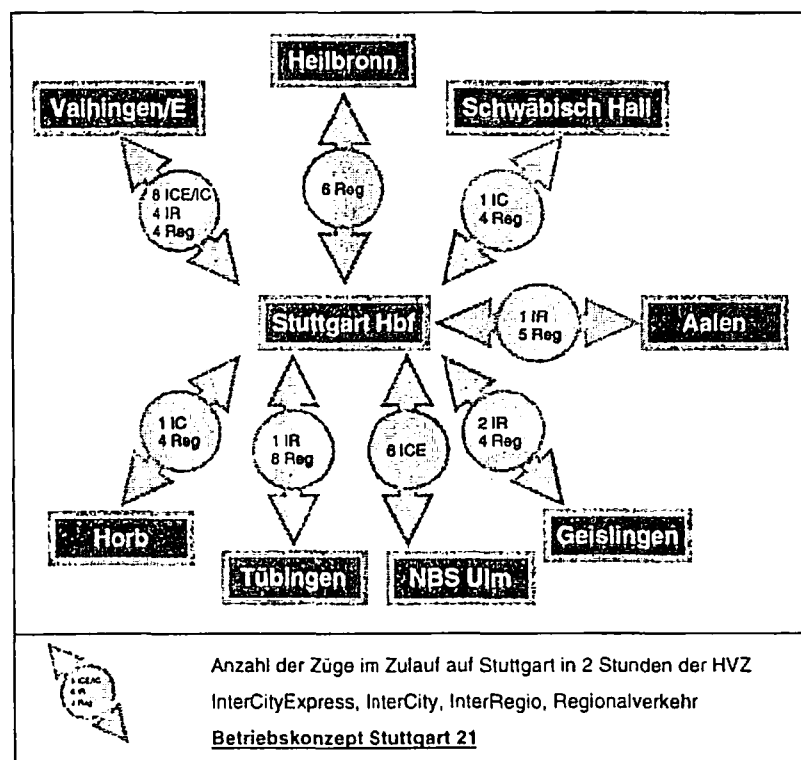


Abbildung 3-2: Zugverbindungen nach Stuttgart beim Betriebskonzept Stuttgart 21

Gegenüber der Zielstufe des ITF-Südwest liegen beim Betriebsprogramm Stuttgart 21 in Richtung Geislingen, Tübingen und Horb gleiche bzw. höhere Angebote vor, wenn von den im ITF-Südwest vorgesehenen einzelnen zusätzlichen Zügen abgesehen wird, die auch bei Stuttgart 21 zusätzlich unterstellt werden könnten. In Richtung Horb - Zürich/Konstanz sind

beim ITF-Südwest zwei Züge der Kategorie II (InterRegio) in zwei Stunden unterstellt, wohingegen bei Stuttgart von zunächst nur einem Zug ausgegangen wird. Die Verdichtung auf einen Stunden-Takt ist aus Sicht der Fahrplantrassen ohne weiteres möglich. Aussagen zum Angebot in Richtung Norden werden im ITF-Südwest nicht gemacht.

Damit zeigt sich, daß beim Betriebskonzept Stuttgart 21 das gleiche Angebot oder sogar mehr Züge als beim ITF im nördlichen Baden-Württemberg enthalten sind. Das Einpassen der neuen Fahrplanlagen am geplanten Durchgangsbahnhof in das Schema des südlichen Teils des ITF in Baden-Württemberg muß noch gesondert überprüft werden, da durch die geänderte Situation auf den Zulaufstrecken (NBS Richtung Ulm) und im Knoten Stuttgart generell die Kantenfahrzeiten des ITF in Richtung Süden verschoben werden. Dies kommt aber einem neuen Gutachten zum ITF-Südwest gleich, und kann im Rahmen dieser Studie nicht geleistet werden.

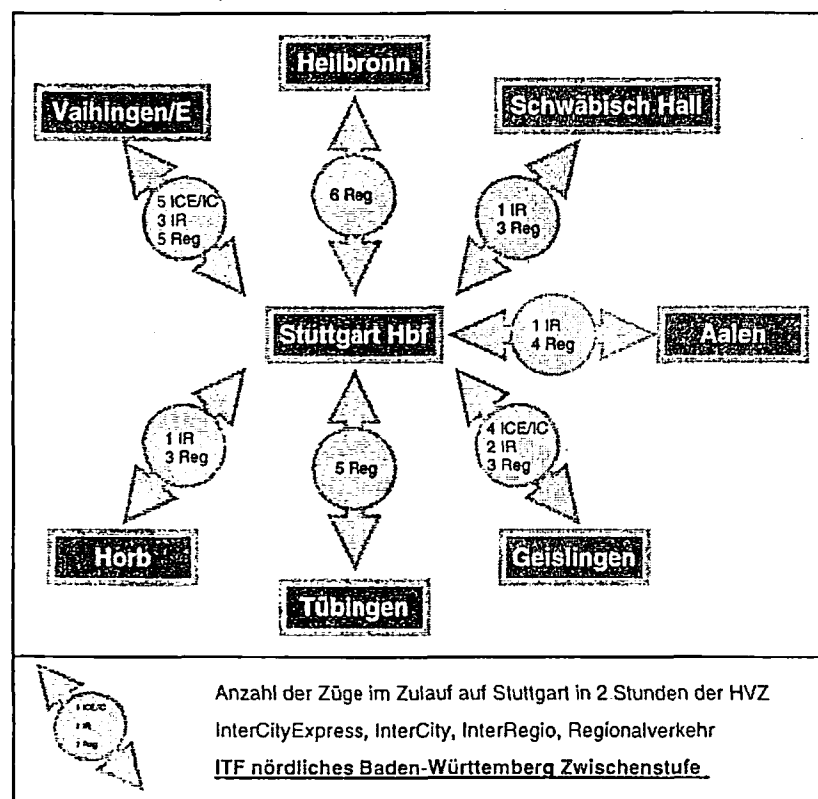


Abbildung 3-3: Zugverbindungen nach Stuttgart im ITF Nördliches Baden-Württemberg, Zwischenstufe

Fernverkehr	Richtung	ICE/IC in 2 Stunden	IR in 2 Stunden	Fahrtmöglichkeiten je Stunde
	Mannheim	5*	1	3
	Heidelberg	3	1	2
	Karlsruhe	1	2	1,5
	Zürich	1		0,5
	Ulm	6	2	4
	Nürnberg	1	1	1

* ein Zug davon über Heidelberg

Regionalverkehr	Richtung	RE in 2 Stunden	Sprinter-RE in 2 Stunden	Fahrtmöglichkeiten je Stunde
	Vaihingen/E.	4		2
	Heilbronn	4	2	3
	Schwäb. Hall	4		2
	Aalen	4	1	2,5
	Geislingen	4		2
	Tübingen	8		4
	Horb	4		2

Tabelle 3-1: Zugangebot bei Stuttgart 21 am Stuttgarter Hauptbahnhof in zwei Stunden der Hauptverkehrszeit

Aufgrund des unterstellten Angebots bei Stuttgart 21 ergeben sich auf den Relationen nach Mannheim und nach Ulm jeweils drei bzw. vier Fahrtmöglichkeiten im Fernverkehr je Stunde. Außer in Richtung Zürich (zunächst nur ein Zug in zwei Stunden) besteht auf den restlichen Relationen mindestens eine Fahrtmöglichkeit je Stunde.

Im Regionalverkehr bestehen aufgrund der durchgebundenen RE-Linien zu den außenliegenden Bahnhöfen Vaihingen/Enz, Heilbronn, Schwäbisch Hall, Aalen, Geislingen, Tübingen und Horb in der Hauptverkehrszeit jeweils mindestens ein 30-Minuten-Takt. Nach Tübingen besteht durch die Überlagerung von zwei Linien (via Plochingen und Flughafen) ein 15-Minuten-Takt, durch Verstärkerzüge (sog. "Sprinter") in Richtung Heilbronn und Aalen beträgt das Angebot auf diesen beiden Relationen sechs bzw. fünf Fahrten in zwei Stunden der HVZ. Bei einer Ausdünnung des Angebots in der Normalverkehrszeit auf einen Stundentakt bei den durchgebundenen RE-Linien (dies würde dem Grundangebot eines ITF entsprechen), gibt es nach Tübingen vier, nach Aalen drei und nach Heilbronn vier Fahrtmöglichkeiten in zwei Stunden.

Häufig wird die Frage gestellt, warum bei Stuttgart 21 nicht noch mehr Züge für ein zukünftiges Betriebskonzept unterstellt wurden. Im Rahmen der Untersuchung "Stuttgart 21, Erarbeitung eines Mengengerüsts Personenfern- und -nahverkehr für vertiefende Variantenuntersuchungen" [7] hat sich in der dort durchgeführten Dimensionierung für die Spitzenstunde gezeigt, daß das unterstellte Betriebsprogramm im Regionalverkehr sehr gut der prognostizierten Nachfrage angepaßt ist. Bei den prognostizierten Auslastungen im Fernverkehr zei-

gen sich im Mittel eher zu geringe als zu hohe Auslastungen, d.h. das Angebot ist für den in der Studie unterstellten Prognosehorizont 2010 durchaus als ausreichend und der Nachfrage gerecht einzustufen.

Im Zuge einer Neuplanung eines Bahnknotens ist daher aus der Sicht der Angebotskonzeption einerseits das verkehrlich sinnvollste (kurze Aufenthaltszeiten und Durchbindungen mit dem größten verkehrlichen Nutzen) und andererseits vom Umfang des Angebots her ausreichende Optimum gefunden. Ein über das beschriebene, zwischen Bund, Land und der DB AG abgestimmte Angebot hinausgehendes Konzept würde nur erhebliche zusätzliche Betriebskosten, kaum aber weitere Nutzen stiften.

Sollte durch geänderte Rahmenbedingungen im Verkehrsmarkt generell eine erhebliche Umverlagerung zu Gunsten der Bahn stattfinden, so bestehen neben einer möglichen Erhöhung der Zugzahlen stets auch Möglichkeiten bezüglich der Fahrzeugtechnik und des Betriebsablaufs, um die geplanten Transportkapazitäten auszuweiten. Nähere Ausführungen sind dazu bereits in der Machbarkeitsstudie [5] sowie im zweiten Teil der Untersuchung zu finden.

4 Zusammenfassung

Die konsequente Anwendung des Prinzips des ITF in seiner Reinform ist nur innerhalb eines beschränkten Anwendungsgebietes hinsichtlich der verschiedenen Produkte und der Größe der betroffenen Knoten sinnvoll. Bei größeren Knotenbahnhöfen ist der ITF mit Anschlußbindung zu allen Produktgruppen und allen Relationen nur in Teilen zu verwirklichen. Die Vorteile des ITF für Umsteigebeziehungen stehen in Konflikt mit den Interessen der Fahrgäste in den durchgehenden Zügen. Eine genaue Abwägung in diesem Spannungsfeld muß Grundlage für die Umsetzung von ITF-Planungen sein.

Im **Knoten Stuttgart** kann ein Betriebskonzept in Anlehnung an den ITF nur aufgrund folgender Randbedingungen sinnvoll erstellt werden:

- **Im Regionalverkehr**

- Alternierende Linienführungen der vier durchgebundenen Linien bis zu den Zwischenbahnhöfen Waiblingen, Plochingen und Filderbahnhof Flughafen (dies führt bei einem 30-Minuten-Takt der einzelnen Linien zu vier Bedienungen je Stunde bis zu diesen Vorbahnhöfen)
- Kurze Anschlußbindungen zu den Fernverkehrsprodukten können dadurch von den Bahnhöfen, die an den Strecken bis zu den Vorbahnhöfen liegen, hergestellt werden.
- Die Aufenthaltszeiten der durchfahrenden Fahrgäste können in einem optimal kurzen Rahmen bleiben.

- **Im Fernverkehr**

- Die Anschlußbindung in Stuttgart muß unter Einbeziehung der Knoten Mannheim, Karlsruhe und Ulm betrachtet werden, da bei einem Teil der Stuttgart durchfahrenden IR-Linien ebenfalls in den genannten Bahnhöfen Anschlüsse hergestellt werden können.

Das **Betriebsprogramm Stuttgart 21** wurde ausgehend von der Zwischenstufe des ITF im nördlichen Baden-Württemberg geplant, wobei aufgrund der anderen Führung der NBS bis Stuttgart und dem geplanten Durchgangsbahnhof die Fahrplanzeiten nach Norden möglichst gleich bleiben, nach Süden jedoch Anpassungen vorzunehmen sind.

Aufgrund der durchgebundenen Regionalverkehrslinien ergibt sich mit zusätzlichen Sprinter-Zügen Richtung Aalen und Heilbronn ein gegenüber der Zwischenstufe des ITF nördliches Baden Württemberg bzw. der Zielstufe des ITF-Südwest gleiches bzw. höheres Angebot.